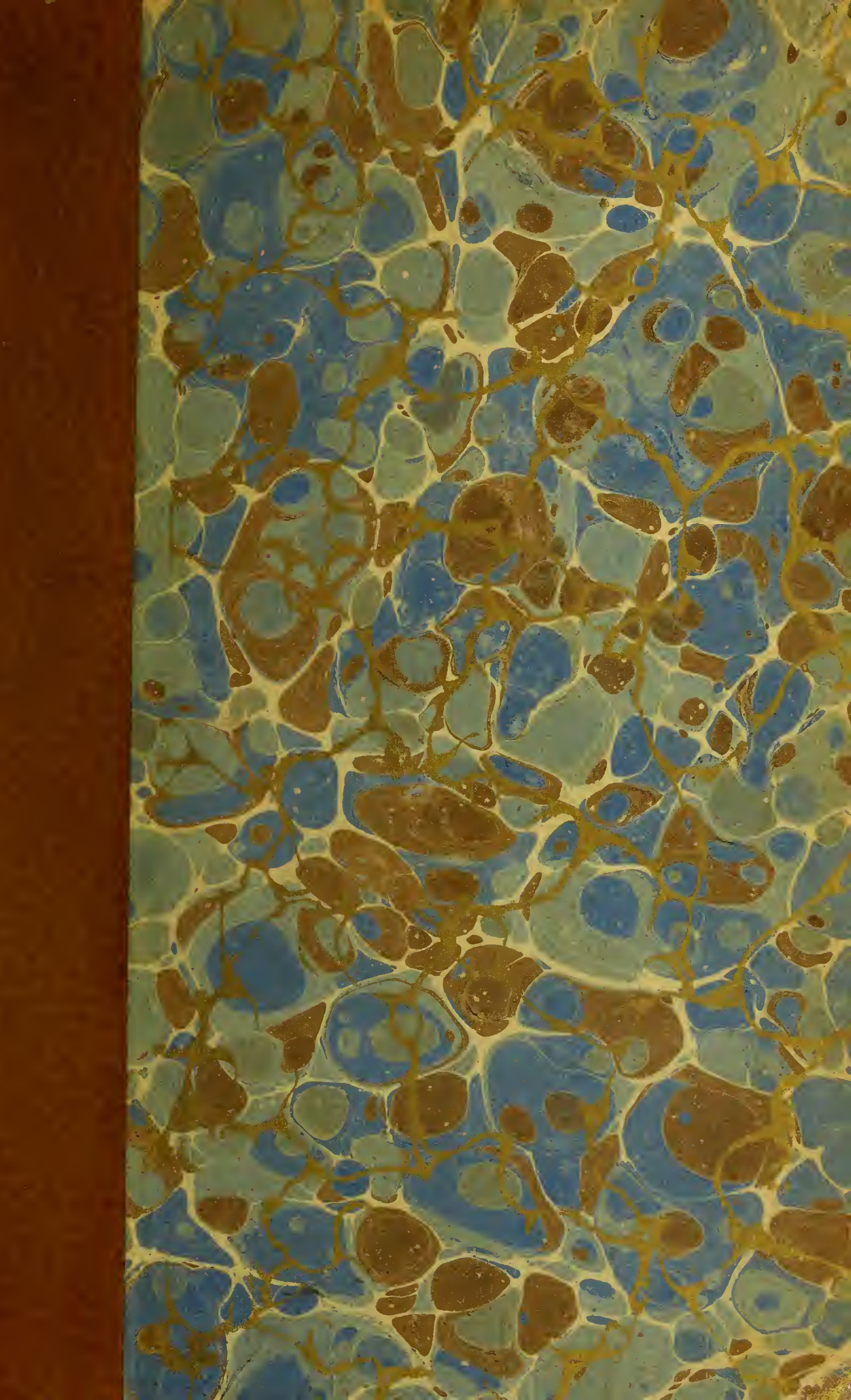


UNIVERSITY OF ILLINOIS
LIBRARY

Class 506 | Book AR | Volume Ser. 3, v. 2

[redacted]

Ja 09-20M



Digitized by the Internet Archive
in 2014

https://archive.org/details/archivesdesscien2118soci

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

Genève. — Imprimerie Charles Schuchardt.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TROISIÈME PÉRIODE

TOME VINGT ET UNIÈME

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE
GEORGES BRIDEL
Place de la Louve, 1

PARIS
G. MASSON
Boulevard St-Germain, 120

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, H. GEORG, A BALE

1889

506
AR
Ser. 3, v. 21

ÉTUDES GLACIAIRES

PAR

M. F.-A. FOREL
Professeur à Morges.

IV [1]

LA TEMPÉRATURE DE LA GLACE DANS L'INTÉRIEUR DU GLACIER

Par MM. Ed. Hagenbach et F.-A. Forel

Ser 3 v. 21-34
Ser 4 v. 1-26
Index 1846-78
41 v.

Deux observations, faites en 1886 dans la grotte naturelle, découverte par nous au glacier d'Arolla, vallée d'Hérens, Valais, nous avaient montré que la température de la glace des couches profondes du glacier est au-dessous du point de zéro [2] :

1° Des trous, creusés dans la paroi de glace et remplis d'eau, diminuaient de diamètre au bout de quelques

[1] Voyez pour les Études précédentes :
I. De la température interne du glacier. *Archives,* XII, 70, 1884.
II. La grotte naturelle du glacier d'Arolla. *Ibid.,* XVII, 469, 1887.
III. Perméabilité du glacier. *Ibid.,* XVIII, 5, 1887.
[2] F.-A. Forel, Études glaciaires. II, loc. cit.

137611

jours, et même s'obstruaient complètement par la congélation de l'eau.

2° Dans une chambre de la grotte, fermée à tout courant d'air, les murs étaient couverts de cristaux de glace, la plupart en forme de trémie à base hexagone; c'était évidemment des cristaux de sublimation, dus à la précipitation et à la congélation de la vapeur d'eau contre les parois froides de la grotte.

Il était inadmissible que, dans une saison assez avancée de l'été (août 1886), le froid de l'hiver se fût conservé si près de la surface du glacier et dans une région si peu élevée en altitude (2100^{m}); nous en arrivâmes bientôt à la supposition que l'abaissement de la température au-dessous de zéro était un fait de déplacement de la température de glace fondante dû à la pression. Nous résolûmes de juger autant que possible la question par des observations thermométriques exactes.

Quelques recherches préliminaires, dans l'été de 1886, nous avaient fait voir que la température de la glace, à notre station d'expérience, n'est qu'à quelques centièmes de degré au-dessous de zéro. Aussi, pour mesurer une différence aussi minime de chaleur, devions-nous user de procédés tout spécialement délicats. Nous avons fait faire par M. C. Kramer, à Fribourg-en-Brisgau, des thermomètres à mercure, en verre d'Iéna, dont l'échelle s'étend de —6° à +1° C., dont la longueur totale est d'environ 50 cm., de telle manière que la longueur d'un degré de l'échelle est de 6 cm. environ. La division du degré sur le verre est marquée en centièmes de degré, 0,01° C.; une lecture à la loupe permet facilement d'évaluer le millième de degré 0,001° C. Le point de zéro est à environ 45 cm. de l'extrémité inférieure de l'instrument.

Nous avions à notre disposition quatre de ces thermomètres, plus un cinquième d'une autre fabrique, mais qui s'est trouvé imparfait. De ces quatre thermomètres, l'un se brisa dès le début des expériences, quand nous voulûmes le sortir d'un trou du glacier où il était congelé; nous désignerons les trois thermomètres qui nous ont servi jusqu'au bout par les lettres α, β, γ.

Nos expériences ont été exécutées du 21 au 27 août 1887 dans la grotte d'Arolla. Nous avons déjà donné une communication préliminaire de nos résultats dans les comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris [1].

Pour de telles recherches, le point le plus important est la détermination exacte du zéro des thermomètres. C'est à elle que nous avons tout d'abord donné grand soin.

Nous avons placé nos instruments, bien parallèles les uns aux autres, dans un vase de bois (*boille* à lait), rempli jusqu'en haut de neige ou de poussière de glace imbibées d'eau de fusion du glacier. Des lectures à la loupe nous indiquaient le point de zéro.

Nous n'avons pas eu à faire intervenir une correction pour les changements de la pression atmosphérique, car la détermination du zéro, et les expériences elles-mêmes que nous allions faire dans le glacier, ont été exécutées à la même altitude; quant aux variations de la hauteur du baromètre pendant nos huit jours d'expériences, elles n'ont pas dépassé 4 mm. de mercure; une telle variation pouvait faire sur nos thermomètres un déplacement

[1] Ed. Hagenbach et F.-A. Forel, La température interne des glaciers. *C. R. Acad. Sc. Paris*, CV, 859, 1887.

du zéro de 0,001° au plus. Dans nos corrections, nous avons donc pu négliger la question de la pression atmosphérique.

En revanche, nous avons dû tenir un compte très précis de l'inclinaison des thermomètres, soit dans la détermination du zéro, soit dans les observations elles-mêmes; les modifications d'inclinaison se traduisaient en variations considérables dans la hauteur de la colonne de mercure. Pour l'établissement du zéro, nous avons fait la lecture du thermomètre sous diverses inclinaisons, depuis la verticale jusqu'à l'horizontale, en mesurant aussi exactement que possible l'angle formé par le tube des instruments; nous nous sommes servis pour cela d'un klinomètre portatif qui nous donnait l'inclinaison avec une approximation de 1° près. Il serait facile de prouver que la pression interne de la colonne de mercure contre les parois de verre de la boule du thermomètre est proportionnelle au sinus de l'angle d'inclinaison. Nous admettrons donc que si y représente le point de zéro, φ l'angle d'inclinaison du tube du thermomètre, a et b étant des constantes différentes pour chaque instrument, nous avons l'équation :

$$y = a + b \sin\varphi$$

Les observations suivantes qui justifient l'emploi de cette équation ont été faites, les cinq premières le 23 août, avant les expériences dans l'intérieur du glacier, les deux dernières le 27 août, après ces expériences. L'angle d'inclinaison φ est donné en degrés sexagésimaux, la hauteur des thermomètres (point de zéro) en centièmes de degré centigrade. α, β, γ, désignent nos trois thermomètres.

	φ	α	β	γ
1	90°	—2,0	—0,5	+3,0
2	53,7	0,9	+1,3	3,5
3	28,5	+3,0	4,0	6,3
4	12,5	7,0	6,5	9,5
5	0,5	8,3	7,9	10,5
6	90	—2,0	—0,4	3,6
7	27	+3,0	+4,6	7,0

La concordance de la hauteur de la colonne à 90° avant et après les expériences dans le glacier (observations 1 et 6) nous montre qu'aucune modification du point de zéro n'est survenue pendant les expériences, assez mouvementées, exécutées dans la grotte ; le verre de Iéna a soutenu, ici aussi, sa réputation d'invariabilité.

D'après ces lectures, nous avons tiré la valeur des constantes *a* et *b* par la méthode des moindres carrés ; si nous désignons sin φ par x, nous obtenons :

$$a = \frac{\Sigma x\ \Sigma xy - \Sigma y\ \Sigma x^2}{(\Sigma x)^2 - n\ \Sigma x^2}$$

$$b = \frac{\Sigma x\ \Sigma y - n\ \Sigma xy}{(\Sigma x)^2 - n\ \Sigma x^2}$$

Le calcul de ces équations, d'après les données des observations, nous donne les trois équations établissant le point de zéro de nos trois thermomètres à diverses inclinaisons :

Th. α . $y = 8{,}48 - 10{,}85.\ \sin\varphi \pm 0{,}4$
Th. β $y = 8{,}21 - 9{,}37.\ \sin\varphi \pm 0{,}1$
Th. γ $y = 10{,}63 - 7{,}97.\ \sin\varphi \pm 0{,}3$

Pour contrôler ces calculs, nous avons établi un ta-

bleau graphique donnant, d'après les lectures originales, la courbe de la variation du point de zéro, suivant l'inclinaison. Nous l'utiliserons parallèlement aux valeurs des formules ci-dessus.

Nous n'avons pas eu à faire intervenir d'autres corrections; les irrégularités de calibrage du tube des thermomètres, de construction très soignée du reste, ou les erreurs dans la graduation des échelles, ne pouvaient avoir de l'influence appréciable, étant données les différences minimes de la température du glacier rapportée au zéro normal.

Le zéro normal de nos thermomètres étant établi, nous avons procédé à la mesure de la température dans le glacier.

Nous avions un foret de 3 cm. de diamètre, avec lequel nous avons percé dans la paroi de la grotte des trous inclinés d'avant en arrière, de 45 cm. de longueur. Nous remplissions le trou de pétrole, puis nous y placions un thermomètre, de telle sorte que le zéro de l'échelle sortît de la glace; nous en assurions la stabilité par un collier de coton, puis nous fermions le trou par un bouchon de glace pilée. Au bout de quelques heures le thermomètre était équilibré; pour plus de sûreté, nous avons attendu ordinairement vingt-quatre heures avant de faire la lecture définitive. Quant à l'inclinaison du thermomètre dans le trou, elle était mesurée attentivement à l'aide du klinomètre dont nous avons parlé.

Les mesures thermométriques ont été faites dans cinq stations différentes, que nous désignerons par les lettres *A*, *B*, *C*, *D*, *E*. La station *A* était située à l'entrée de la grotte, encore éclairée par la lumière du jour; les quatre autres stations étant dans la partie obscure de la grotte,

les lectures ont été faites sous l'éclairage d'une lanterne sourde. Les stations *B* et *C* étaient au milieu de la galerie sèche (voir la description de la grotte dans le nº II de nos Études glaciaires), les stations *D* et *E*, au bas et dans le milieu de la galerie qui était impénétrable en 1886 et qui, en 1887, était devenue parfaitement praticable; le torrent, ou plutôt l'air chaud entraîné par le courant de l'eau, l'avaient élargie et surhaussée notablement [1].

Le tableau suivant contient les résultats des lectures diverses faites dans nos cinq stations et les températures absolues que nous en avons déduites; ces températures corrigées sont données en deux colonnes, la première (I), en utilisant les équations dont nous avons indiqué les constantes, la deuxième (II), en utilisant les courbes de notre tableau graphique et les valeurs que nous en avons tirées par interpolation.

L'inclinaison, rapportée à l'horizontale, est indiquée en degrés sexagésimaux; la lecture thermométrique en centièmes de degré centigrade; la température définitive en fractions de degré.

Station.	Thermomètre.	Inclinaison.	Lectures.	Température déduite.	
				I	II
A	α	22,5°	+ 2,0	—0,023°	0,024°
B	β	44,5	+ 2,0	—0,002	0,002
C	γ	43,	+ 4,3	—0,009	0,009
D	β	33,7	+ 2,5	—0,009	0.008
E	α	23,5	+ 1,1	—0,031	0,030

Nous avons rempli les trous d'expérience avec du

[1] L'entrée de cette galerie est marquée par la lettre *e* dans le plan qui accompagne notre description de la grotte d'Arolla. Études glaciaires, II. *Loc. cit.*

pétrole, qui reste parfaitement liquide à la température de zéro, cela pour éviter la prise par congélation du thermomètre dans la glace; cette congélation nous avait fort troublé dans nos premiers essais. Pour répondre à une critique éventuelle au sujet de l'intervention de ce liquide, nous dirons que des expériences directes nous ont prouvé que le mélange intime de glace et de pétrole n'a pas apporté à nos thermomètres de modification appréciable dans la température du zéro.

Tout bien considéré nous aurions dû faire entrer une correction pour les changements de pression extérieure. Tandis que pour l'établissement du zéro le thermomètre était baigné dans l'eau de fusion sur presque toute sa longueur, dans les trous d'expérimentation le thermomètre n'était plongé dans le pétrole que sur la moitié à peine de sa longueur. Mais si nous analysons cette correction nous verrons: que dans l'inclinaison la plus forte de nos expériences la pression interne du mercure n'a occasionné qu'un déplacement de 0.066° pour la position du zéro; que par conséquent une colonne d'eau s'élevant jusqu'à la hauteur du zéro aurait causé au plus un déplacement de 0.005° ; que dans la boille où se faisait l'établissement du zéro l'eau était loin de s'élever jusqu'à la hauteur du zéro ; que dans les trous d'expérimentation le pétrole entourait jusqu'à la moitié environ la colonne thermométrique; que dans ces conditions la correction à apporter de ce fait ne peut pas dépasser 0.0025° et que dans la plupart des expériences elle a été plus faible. Le résultat définitif de nos observations n'est donc pas modifié d'une manière importante par l'introduction de cette correction. Il est évident que si nous y avions pensé en temps voulu, nous aurions facilement

pu, sur les lieux mêmes, mesurer exactement la hauteur de l'eau dans la boille, et celle du pétrole dans les trous d'expérimentation, et calculer la valeur exacte de la correction nécessaire. Que l'on veuille bien excuser notre oubli, en pensant aux conditions difficiles d'expérimentation, dans une grotte glacée, obscure, humide, où nous opérions, souvent courbés jusqu'à terre, étourdis par le bruit du torrent, qui entravait toute conversation entre les observateurs, et où nous devions improviser la méthode, tout en répétant des mensurations au millième de degré centigrade.

Il est un autre point sur lequel nous aurions pu perfectionner notre manuel opératoire; nous n'y avons pensé que trop tard. Pour la lecture exacte des thermomètres il était important de guider le rayon visuel bien perpendiculairement à l'axe de l'instrument; c'était souvent fort difficile, dans les positions parfois très gênées où nous opérions. Nous avons obvié à cet inconvénient, en répétant la lecture jusqu'à ce que les deux observateurs fussent d'accord à un millième de degré près. Il eût été plus simple de construire un support glissant sur le tube qui aurait maintenu la loupe sur un axe absolument vertical.

Le résultat important auquel nous sommes arrivés, c'est que la température de la glace, dans la grotte d'Arolla, est donnée par le thermomètre comme étant de 1 à 3 centièmes de degré inférieur au zéro normal. La question se pose maintenant à nous: est-ce qu'un tel abaissement du point de fusion s'explique par la pression à laquelle la glace est soumise?

Tout d'abord nous constatons que la glace était bien en ce point, au moment de nos expériences, à l'état de

glace fondante; la paroi de la grotte ruisselait d'eau de fusion. La température inférieure à zéro que nous avons observée n'était donc pas un état de congélation du glacier, mais un état d'abaissement de la température de fusion de la glace.

Cet abaissement du point de fusion ne serait-il pas dû à la présence de substances dissoutes dans l'eau? Une solution saline se congèle et fond à une température inférieure à zéro. Nous sommes certains que telle n'était pas la cause des températures anormalement basses que nous avons constatées. Nous avons, en effet, dans l'établissement du zéro normal fait baigner notre poussière de glace et notre neige, non pas dans de l'eau distillée, mais dans l'eau de fusion du glacier, la même eau qui coulait sur les parois de la grotte, la même eau qui pénétrait dans nos trous d'expérimentation. La même action qui aurait, dans l'hypothèse, abaissé le point de fusion de la glace, se serait aussi manifestée dans l'établissement du zéro normal. Les deux séries d'observations sont donc parfaitement comparables, et la différence des résultats implique une différence de cause autre que celle des substances dissoutes dans l'eau de fusion.

Revenons-en donc à la question de l'abaissement du point de fusion par la pression.

Dans une grotte comme celle d'Arolla, où nos expériences avaient lieu, la glace qui repose sur le sol a à porter tout le poids des couches à elle superposées. Si la glace était un liquide, la valeur de cette pression se déduirait immédiatement de l'épaisseur verticale du glacier au-dessus du point d'observation. Mais dans la masse solide du glacier, traversée par des crevasses, reposant inégalement sur un sol irrégulier, la transmission de la

pression dans l'intérieur est plus compliquée que dans un liquide ; certaines parties de la glace jouent le rôle des culées qui supportent un pont; les autres représentent des arcs ou des traverses. La pression doit donc être irrégulière et inégale d'un point à l'autre; elle doit être plus forte là où la glace repose directement sur le sol. Mais en moyenne elle doit être la même que si la masse était un liquide.

Quelques mesures prises avec un baromètre anéroïde nous ont montré que l'épaisseur du glacier au-dessus de nos stations d'observation dans la grotte s'élevait à 40 ou 50 m.; ce qui représente une pression de 4 atmosphères, environ.

On sait que James Thomson[1] a déduit du théorème de Carnot, la loi théorique que la température de fusion de l'eau doit être abaissée par l'augmentation de la pression extérieure; on sait que Clausius[2] a montré que la même conclusion est valable, même si l'on admet la correction qu'il a apportée au théorème de Carnot; on sait que les expériences de laboratoire de Sir W. Thomson[3], et de A. Mousson[4] ont prouvé la justesse de ces vues théoriques.

[1] James Thomson, Theoretical considerations of the effect of pressure in lovering the freezing point of water. *Transact. of the royal Soc. Edinburgh*, XVI, 575, 1849.

[2] Clausius, Notiz über den Einfluss des Druckes auf das Gefrieren der Flüssigkeiten. *Pogg. Ann.*, LXXXI, 168, 1850. — Mechanische Wärmetheorie. 3me éd., I, 168.

[3] W. Thomson, The effect of pressure in lovering the freezing point of water experimentelly demonstrated. *Phil. Magaz.*, XXXVII, 123, 1856. — Mathem. and physic. papers. I, 165.

[4] A. Mousson, Einige Thatsachen betreffend das Schmelzen und Gefrieren des Wassers. *Pogg. Ann.*, CV, 161, 1858.

Essayons de traduire sous une forme plus simple le raisonnement de J. Thomson et de Clausius, qui nous amènera à l'équation nécessaire à nos calculs.

Prenons un mélange d'eau et de glace, d'un volume v_1 soumis à une pression p_1, et dont la température, au-dessus du zéro absolu soit t_1 ; nous le soumettrons à quatre procès successifs de modifications thermiques.

Pour aider à la démonstration nous renvoyons à la figure ci-dessous (p. 18) où les abscisses représentent les volumes, et les ordonnées les pressions relatives.

1° Le mélange est mis en contact avec un corps A, dont la température est, d'une quantité infiniment petite, plus basse que t_1 et reste en relation avec lui jusqu'à ce que, par soustraction de la chaleur Q_1 une unité du poids d'eau se soit changée en glace; la pression restant constante, la température restant aussi constante, le volume augmente, et passe de v_1 en v_2.

2° La pression est augmentée de p_1 en p_2 d'une manière adiabatique (c'est-à-dire dans une enveloppe imperméable à la chaleur). Par suite de cette augmentation de pression, une certaine quantité de glace se transforme en eau, le volume se réduit de v_2 en v_3 et la température s'abaisse de t_1 en t_2 par suite de l'absorption de la chaleur latente de fusion.

3° Le mélange est mis en contact avec un corps B, dont la température est, d'une quantité infiniment petite, plus élevée que t_2, et laissé en relation avec lui jusqu'à ce que par transport de la chaleur Q_2 il y ait assez de glace fondue pour que le volume passe de v_3 à v_4. La valeur v_4 est donnée par la condition que le procès 4e ramène le tout à l'état du début.

4° La pression est abaissée adiabatiquement de p_2 en

p_1; en suite de cela il se produit assez de glace pour que le volume passe de v_4 en v_1 et la température remonte à t_1 en raison du dégagement de la chaleur latente.

Dans ces procès successifs, l'état du mélange peut s'exprimer comme suit :

État initial	t_1	p_1	v_1
Fin du 1er procès	t_1	p_1	v_2
2me	t_2	p_2	v_3
3me	t_2	p_2	v_4
4me	t_1	p_1	v_1

Le 4e procès ramène donc à l'état initial et le cercle est fermé; il est facile de prouver que le cercle est réversible. Dans cette série de modifications il y a du travail dépensé, et par suite une quantité $Q_1 - Q_2$ de chaleur dégagée; en même temps la chaleur Q_1 passe du corps froid B au corps plus chaud A. Quant aux relations de cette chaleur, nous savons d'après le 2e principe de la thermodynamique que

$$\frac{Q_1}{Q_1-Q_2} = \frac{t_1}{t_1-t_2}$$

Admettons pour p_1 la pression normale d'une atmosphère; t_1 est la température de fusion de la glace sous la pression normale, et Q_1 la chaleur latente de fusion.

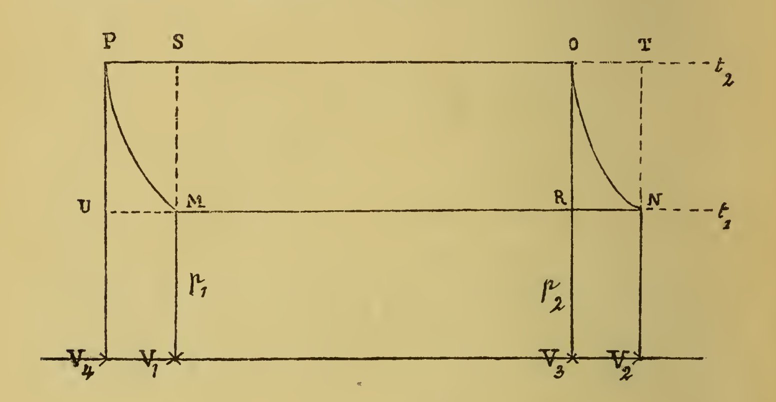
$Q_1 - Q_2$ est donc la chaleur dégagée par le travail.

Que W représente le travail dépensé et E l'équivalent mécanique de la chaleur, nous aurons

$$Q_1-Q_2=\frac{W}{E}$$

Le travail dépensé W peut être représenté par la sur-

face MNOP dans le croquis ci-joint, où les abcisses indiquent les volumes et les ordonnées indiquent les pressions relatives.



Comme les surfaces partielles MUP et NRO sont petites en comparaison de la grande surface MNOP, comme d'autre part ces deux surfaces partielles sont presque égales, on peut au lieu de la surface MNOP prendre la surface UROP ou bien MNTS. Nous avons alors

$$W=(v_2-v_1)\,(p_2-p_1)$$

De cette équation combinée avec la précédente on tire

$$t_1-t_2=t_1\,\frac{(v_2-v_1)\,(p_2-p_1)}{Q_1\,E}$$

D'où l'on voit que l'abaissement de température est proportionnel à l'augmentation de pression.

Si nous introduisons dans l'équation les valeurs numériques convenables, en choisissant pour unité de longueur le décimètre, et pour unité de poids le kilogramme, nous avons :

Température absolue du zéro du thermomètre................	$t_1=273°$
Augmentation de volume par congélation de 1 kg. d'eau.......	$v_2-v_1=0{,}09$ dm³.
Augmentation de pression par dm² pour une atmosphère....	$p_2-p_1=103$ kg.
Chaleur latente de fusion pour 1 kg. de glace...............	$Q_1=80$ calories.
Travail équivalent à une calorie..	E=424 kg.m.
ou	=4240 kg.dm.

Le calcul d'après ces données nous amène à la valeur de

0,0075° C.

pour l'abaissement du point de fusion par le fait de l'élévation de la pression d'une atmosphère, et, pour une surélévation de pression de quatre atmosphères, un abaissement de la température de fusion à

—0,03° C.

Les observations directes que nous avons faites sur la glace du glacier d'Arolla ne s'écartent guère de cette valeur; nous n'avons donc pas à chercher d'autre explication à la température inférieure à zéro que nous avons constatée dans l'intérieur de la grotte, que l'abaissement du point de fusion causé par la pression des couches supérieures.

Nous devons conclure que, malgré cette température inférieure à zéro constatée par nous, la masse entière du glacier, dans sa région terminale du moins, se trouve, vers la fin de l'été, à l'état de glace fondante.

Il est fort à désirer que l'on poursuive des observations sur la température du glacier. Il y aurait lieu de les faire dans les diverses régions du glacier et du névé, dans les

diverses couches depuis la surface jusqu'au fond, et aussi dans les diverses saisons de l'année pour étudier la pénétration du froid de l'hiver et de la chaleur de l'été, etc.

C'est là un beau champ d'investigations ouvert à la curiosité des physiciens et des alpinistes. Nous le recommandons aux amis des choses et de la nature.

LORGNETTE GONIOMÉTRIQUE

PAR

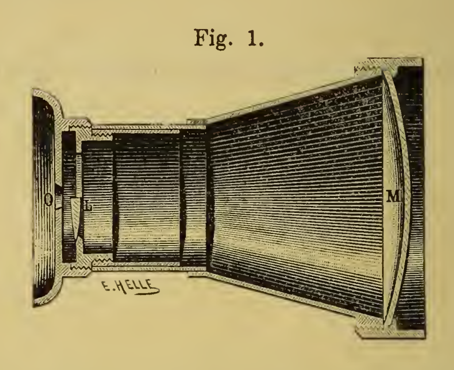
M. J.-L. SORET

Communiqué à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève dans sa séance du 1er novembre 1888.

Dans l'étude d'un grand nombre de phénomènes naturels, il est à désirer de pouvoir apprécier rapidement des distances angulaires; on possède plusieurs instruments qui donnent ces mesures avec beaucoup de précision, mais qui ne répondent pas toujours au but: le théodolite est peu portatif, long à installer; le sextant manque de champ et ne se prête pas à toutes les observations. Dans plusieurs occasions, par exemple dans l'étude des couronnes antisolaires, j'ai souvent regretté de ne pas avoir un appareil de poche, permettant de prendre promptement les angles, et donnant cependant plus d'exactitude que les estimes si sujettes à erreur. C'est pour combler cette lacune que j'ai fait disposer la *lorgnette goniométrique* que je vais décrire et qui m'a déjà rendu de bons services.

Elle est représentée en coupe au $^2/_3$ de grandeur naturelle dans la figure 1.

Fig. 1.



On voit qu'elle est formée d'un tube évasé, fermé du côté objectif par un verre sphérique M, d'épaisseur uniforme, tournant sa concavité du côté oculaire; un miroir de microscope dont on a enlevé le tain, remplit bien le but; il doit être assez parfait pour que les objets vus au travers ne subissent pas de déformation appréciable. Ce verre porte une graduation représentée dans la figure 2; elle se compose de deux échelles en croix.

Fig. 2.



L'oculaire est formé d'une demi-lentille L (fig. 1),

couvrant la moitié du trou oculaire O. La distance focale doit en être telle que l'œil (normal), placé en O, distingue nettement la graduation gravée sur le verre objectif. On s'arrange de manière que l'une des échelles, que j'appellerai l'échelle principale, soit parallèle au diamètre suivant lequel la lentille a été coupée.

Lorsqu'on regarde au travers de cette lorgnette, on voit les objets éloignés par la moitié de la pupille qui n'est pas recouverte par la demi-lentille, et leur image se superpose à celle de la graduation vue au travers de la demi-lentille par l'autre moitié de la pupille. Il est donc facile de mesurer la grandeur angulaire d'un objet en tournant la lorgnette de manière que les deux points dont on veut apprécier l'écartement se projettent sur l'échelle principale.

Le champ de l'instrument est de 40 degrés; il ne m'a pas paru que l'on pût pratiquement l'augmenter. Si l'on a à prendre un angle plus grand, il faut faire la mesure en deux fois, en choisissant un point de repère intermédiaire, ce qui est presque toujours possible.

L'emploi d'un verre sphérique plutôt que d'un verre plat comme objectif, est motivé par la nécessité que toute la graduation soit vue simultanément avec une netteté suffisante. Le verre que j'ai employé a 80 mm. de rayon de courbure. Pour en effectuer la graduation, on a d'abord appliqué contre sa surface intérieure une échelle en papier divisée en millimètres; puis on l'a monté sur la lorgnette et l'on a mesuré à cette échelle millimétrique la grandeur angulaire de divers objets éloignés, par exemple la hauteur d'une maison; on prenait en même temps ces distances angulaires au théodolite. On a ainsi déterminé la longueur que doit avoir un degré, et sur cette donnée, on a fait tracer la division à la machine à diviser.

Dans le fait, je considérais cette graduation comme un premier essai et je pensais qu'elle devrait être modifiée; aussi je me suis contenté de faire effectuer la division en fixant le verre horizontalement sur le charriot de la machine à diviser et en le déplaçant, à chaque coup de tracelet, de quantités égales à partir du centre du verre, sans tenir compte de la courbure. Il résulte de là que les traits correspondent non pas à des degrés égaux, mais à des arcs dont les sinus vont en augmentant de quantités égales. Les divisions marginales sont donc légèrement plus grandes que les divisions centrales. Mais par une compensation de causes d'erreur, cette division s'est trouvée satisfaisante et je n'ai pas eu à changer le verre objectif.

En effet, pour vérifier cette division, j'ai mesuré au théodolite un objet de 16 degrés de grandeur angulaire et suffisamment éloigné; j'ai adapté la lorgnette à un support fixe, et après quelques vérifications préliminaires, j'ai amené l'oculaire, en l'enfonçant graduellement, dans une position telle que le dit objet mesuré au théodolite couvrit exactement 16 degrés de l'échelle de la lorgnette. Or dans cette position, l'oculaire était à une distance du verre objectif un peu plus grande que lors des mesures préliminaires avec l'échelle en papier[1]. Comme en même temps j'avais une vision suffisamment nette de toute la graduation, aussi bien au centre que dans les bords du champ, j'ai fait disposer un arrêt de telle sorte que l'oculaire arrive toujours dans cette position exacte quand on l'enfonce à fond.

[1] Ce léger retrait de l'oculaire produit sur la grandeur apparente des divisions de l'échelle une erreur en sens inverse de celle que nous avons signalée plus haut. Les autres causes d'imperfection sont moins importantes, et, en somme, il y a sensiblement compensation.

Dans ces conditions, on a mesuré avec la lorgnette, sur différentes parties des deux échelles, la mire de 16 degrés déterminée au théodolite ; on a constamment retrouvé le même chiffre dans la limite des erreurs de lecture, soit sur les quatre bras de la croix, soit en faisant coïncider le centre de l'échelle avec le centre de la mire. Depuis lors, un grand nombre d'autres mesures d'un même objet sur différentes parties des échelles, m'ont constamment donné des résultats concordants. Je crois donc que l'instrument est exact dans les limites des erreurs de lecture que l'on peut évaluer à $^1/_{10}$ de degré.

On peut se servir de la lorgnette de deux manières différentes : 1° En regardant avec un seul œil ; c'est le cas le plus fréquent pour lequel l'emploi d'une demi-lentille est nécessaire. 2° En regardant avec les deux yeux, dont l'un armé de la lorgnette, voit la graduation, tandis que l'autre ne voit que les objets éloignés ; avec un peu d'habitude la superposition des deux images se fait facilement. Dans ce cas, la demi-lentille peut être remplacée par une lentille entière de même longueur focale. Suivant les circonstances, l'un ou l'autre de ces deux modes peut être préférable.

Pour les personnes qui n'ont pas la vue normale et qui ne voient pas nettement les objets éloignés, il convient d'ajouter entre l'œil et la demi-lentille, une verre supplémentaire, concave pour les myopes, légèrement convexe pour les hypermétropes ayant perdu la faculté d'accommodation. La monture de l'oculaire est disposée de manière à permettre cette adjonction.

Ce petit appareil, tout à fait portatif et permettant des mesures rapides, est très propre aux observations que l'on peut avoir à faire dans les voyages ou les courses. On

le tient simplement à la main et l'on arrive facilement à de bonnes mesures avec quelque habitude et un peu de fermeté. Autant que possible, il convient d'observer, en ayant le dos appuyé, et en tenant la lorgnette avec les deux mains; mais ces conditions ne sont point indispensables si l'on n'est pas sujet au tremblement.

Pour mieux faire connaître le maniement de l'instrument je vais en donner quelques exemples.

Le but que j'avais surtout en vue en faisant construire cette lorgnette était la mesure des couronnes antisolaires, phénomène souvent très fugitif qu'il faut saisir rapidement. Dans les conditions où l'on aperçoit ces couronnes, le point antisolaire, qui tombe sur les nuages, est nettement marqué par l'ombre de la tête de l'observateur; il suffit de viser de manière que l'image de l'échelle principale soit horizontale et passe par ce point, pour déterminer le rayon ou le diamètre horizontal des différentes couronnes plus ou moins colorées. Quant au rayon vertical, on peut le prendre même sans retourner la lorgnette; l'échelle secondaire suffit presque toujours à cette mesure, surtout si l'on se sert des deux yeux à la fois.

S'il s'agit de mesurer les rayons de l'anneau neutre de polarisation qui entoure la couronne antisolaire et qui ne se manifeste par aucun phénomène visible sans polariscope, on procède de la manière suivante. Avec le polariscope, on cherche d'abord le point neutre sur l'horizontale passant par le point antisolaire, et en se déplaçant au besoin, on s'arrange de manière qu'il coïncide avec quelque objet bien déterminé (accident du sol, point reconnaissable du nuage, branche d'arbre, bâton de montagne planté à cet effet); sans changer de position, on prend ensuite à la lorgnette la distance de cet objet au point an-

tisolaire. On opère d'une manière analogue pour le point de l'anneau neutre au-dessus du point antisolaire.

La mesure approximative de la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon se fait facilement en employant un verre foncé avec lequel on masque le Soleil, tout en laissant l'horizon directement visible [1]. Si la hauteur du Soleil dépasse le champ de l'instrument, on fait intervenir un point intermédiaire (saillie d'une maison, branche d'arbre, etc.). Pour avoir la hauteur de l'horizon apparent au-dessus de l'horizon vrai, qui n'est généralement pas négligeable sauf au bord de la mer ou d'un lac, on peut recourir à divers moyens, par exemple à la réflexion sur un vase plein d'eau, ou à l'emploi d'une de ces petites lunettes de poche destinées à prendre les niveaux.

La détermination des points neutres voisins du Soleil doit se faire en les cherchant d'abord au polariscope, et en les amenant à coïncider avec un point de repère dont on prend ensuite la distance au Soleil avec interposition d'un verre foncé.

La lorgnette goniométrique pourra être très utile également pour le lever de panoramas, le dessin de vues architecturales.

[1] Dans les observations de polarisation atmosphérique, ce verre est souvent fort utile aussi pour déterminer le plan de polarisation; il sert ainsi à deux fins.

OBSERVATIONS

DU

POINT NEUTRE DE BREWSTER

PAR

MM. J.-L. SORET et Ch. SORET

Communiqué à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève dans sa séance du 4 octobre 1888.

Le point neutre de polarisation atmosphérique, qui est situé au-dessous du Soleil et dont Brewster a signalé l'existence, est d'une observation assez difficile pour que plusieurs savants n'aient pas réussi à le distinguer. Brewster[1], en 1867, croyait que jusqu'alors personne autre que lui et Babinet ne l'avait reconnu. A peu près à la même époque, M. Chase[2] a annoncé l'avoir vu fréquemment à Philadelphie. — M. A. Cornu[3] est arrivé à le

[1] Additional Observations on the Polarisation of the Atmosphere, *Philosophical Magazine*, 1867, t. XXXIII, p. 290.

[2] Observations on Skylight Polarisation at Philadelphia, *Philosophical Mag.*, 1866, t. XXXII, p. 79; On the comparative visibility of Arago's, Babinet's and Brewster's neutral Points, *ibidem*, p. 156. — On Brewster's neutral point, *ibidem*, 1867, t. XXXIV, p. 325.

[3] Observations relatives à la couronne visible actuellement autour du Soleil, *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 1884, t. XCIX, p. 488.

distinguer facilement à l'aide d'un dispositif augmentant la sensibilité du polariscope Savart. — M. Busch[1] a publié récemment des déterminations de la distance de ce point neutre au Soleil[2].

Il nous paraît qu'il y a quelque intérêt à faire connaître les déterminations analogues qui peuvent être faites en différentes localités; c'est à ce titre que nous publions les observations que nous avons eu l'occasion de faire cet automne.

Au sommet du Rigi (altitude 1800 m.), nous avons distingué avec une grande facilité le point neutre de Brewster dans les matinées des 23 et 24 septembre dernier[3], la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon étant de 20° à 35°.

Le 23 septembre, de 8^h à 9^h 40^m du matin, par un temps remarquablement clair, il était facile de constater, à l'aide d'un polariscope de Savart, que dans le voisinage immédiat du Soleil, au-dessus comme au-dessous, la polarisation de la lumière du ciel était négative, c'est-à-dire que le plan de polarisation était perpendiculaire à l'azimut solaire. Au-dessous du Soleil, les franges du polariscope allaient en diminuant d'intensité et disparaissaient à 14° environ de distance angulaire; un peu plus

[1] Polarisation des zertreuten Tageslichtes, etc., *Meteorologische Zeitschrift,* décembre 1886.

[2] Nous citons ici les observations qui nous sont connues; il en est sans doute beaucoup d'autres qui nous ont échappé.

[3] Déjà le 21 septembre, à 7^h du matin, nous avions été frappés de la visibilité de la polarisation négative au-dessous du Soleil; mais la hauteur de l'astre au-dessus de l'horizon apparent (10°) était trop faible pour que l'on pût apercevoir le point neutre de Brewster, et plus tard les nuages ont empêché l'observation.

bas, on voyait apparaître les franges inverses, dont la visibilité croissait jusqu'à l'horizon. Pour ne pas être éblouis, nous interposions un écran opaque devant le Soleil, ou nous nous placions à l'ombre de la colonne de fer d'un balcon.

Le lendemain, le ciel était moins clair ; cependant nous avons pu sans peine répéter nos observations.

La distance angulaire du point neutre au Soleil est difficile à mesurer exactement, à cause de la faible intensité de la polarisation. Nous l'avons prise en déterminant, au sextant, la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon apparent, formé par des montagnes éloignées; puis, en mesurant la distance du point neutre à l'horizon, au moyen de la lorgnette goniométrique [1]; on visait sur le milieu de l'espace neutre qui occupait 4° environ.

Le 24 septembre, à l'aide de ce dernier appareil, nous avons aussi déterminé simultanément la distance du point neutre au-dessus du Soleil (point neutre de Babinet).

Voici les résultats que nous avons obtenus :

1888	Heure de Berne. h m	Distance au Soleil du point neutre de Brewster.	de Babinet.
23 septembre...	8. 5	15° à 16°	»
» ...	8.17	17°10′	»
» ...	8.25	17°20′	»
» ...	8.32	16°	»
» ...	9. 5	16°20′ *	»
» ...	9.40	15° (env.)	»
24 » ...	8. 5	16°	15°
» ...	8.12	13° (?)	16°
» ...	8.15	16°40′	15° à 16°
» ...	8.25	15°48′	15° à 16°

[1] Voyez page 21.

* Mesuré directement au sextant.

Ces mesures donnent, pour la distance du point neutre de Brewster au Soleil, des chiffres plutôt forts comparativement à ceux que Brewster lui-même[1] et M. F. Busch[2] ont trouvés. Est-ce une conséquence de l'altitude à laquelle les observations ont été faites? C'est ce qu'il serait prématuré d'affirmer.

Nous devons ajouter toutefois, qu'à une altitude de 8 à 900 m., sur le mont Salève, nous avons pu, à une ou deux reprises, apercevoir avec beaucoup de facilité les bandes négatives au-dessous du Soleil (la partie du ciel où devaient se voir les bandes positives étant masquée par la montagne). Il semble donc bien qu'une altitude élevée est favorable à la visibilité du phénomène.

Des observations, en nombre restreint il est vrai, faites dans la plaine, à Genève, nous ont paru notablement plus difficiles : les bandes négatives au-dessous du Soleil ne se distinguent qu'à grand'peine. Voici cependant quelques déterminations du point neutre de Brewster :

Genève (altitude 400 m.), 30 octobre 1888. — Le temps, légèrement brumeux le matin, s'est tout à fait éclairci; vent S.S.O. très faible.

1 h. — Hauteur du ⊙ 28°; limite des bandes négatives à 8° du ⊙ Limite des bandes positives à 14° »	moyenne 11°.

1 h. 30. Ciel encore plus limpide; hauteur du ⊙ 25°,5; position du point neutre : 16° à 17°.

26 novembre; 1 h. 20; temps très clair; vent très faible.

Limite des bandes négatives 14° du ⊙ » » » 17° »	moyenne 15°,5

[1] *Transactions of the Roy. Soc. of Edinburgh,* vol. XXIII, 1861.
[2] *Meteorologische Zeitschrift,* décembre 1886.

Genève est d'ailleurs une station peu favorable à ces observations : lorsque le vent souffle du N.-E., en passant sur le lac, le ciel est souvent un peu brumeux (lacté); de plus les montagnes masquent l'horizon, ce qui doit atténuer la polarisation négative immédiatement au-dessous du Soleil et gêner souvent l'observation de la polarisation positive un peu plus bas.

Nous avons aussi fait au Rigi-Kulm quelques mesures des points neutres d'Arago et de Babinet. Nous citerons seulement les déterminations effectuées à peu près au moment du lever ou du coucher du Soleil :

Rigi 1888.	Heure de Berne.	Distance du P. N. d'Arago au point antisolaire.	Distance du P. N. de Babinet au Soleil.
	h m		
20 septembre...	5.54 soir	20°5′	15°
21 » ...	6.27 matin	21°	20°
» ...	5.50 soir		18°45′
» ...	5.54 »	22°10′	
22 » ...	6.40 matin	23°	15°
» ...	5.50 soir	19°12′	
» ...	5.52 »		16°
23 » ...	5.27 »	18°35′	

Ces chiffres ne présentent rien de particulier ; il faudrait des observations suivies et prolongées pour apprécier l'influence que l'altitude peut exercer sur la position de ces points neutres.

NOTICES CRISTALLOGRAPHIQUES

PAR

M. Alexandre LE ROYER

FORMES CRISTALLINES DE QUELQUES COMPOSÉS ORGANIQUES

Les formes cristallines déterminées dans ce travail ont été mesurées au moyen du goniomètre de Babinet à limbe horizontal, instrument donnant les 20″. Cette précision est un peu illusoire vu les défauts de parallélisme et les mauvaises images réfléchies par quelques faces.

J'ai mesuré chaque zone trois fois et trois cristaux de chaque espèce sauf pour le cinquième qui n'a été déterminé que sur un seul échantillon.

Ces mesures ont été faites dans les laboratoires de minéralogie de l'Université de Genève.

Lactone de l'acide o. benzhydroldicarbonique.

(Voir Pl. I, fig. 1.)

$$\begin{array}{l} C_6H_4\left\langle \begin{array}{l} CO \diagdown \\ \quad\;\; \text{——}O \end{array}\right. \\ \qquad\quad\; \rangle C\text{—}H \\ C_6H_4\left\langle \begin{array}{l} \\ COOH \end{array}\right. \end{array}$$

Préparé par MM. Græbe et Julliard (*Liebig's Annalen*, 242, 238).

Cristaux très petits. Face (110) développée, (001) très développée, (010) très petite a été observée dans les trois cristaux mesurés.

Rhomboïdal oblique.

$\beta = 119° 58'$

$a : b : c = 0{,}91886 : 1 : ?$

	Observé.	Calculé.
$(110) : (1\bar{1}0)$ =	77° 2'*	
(110) : (001) =	67° *	
(110) : (010) =	51° 29'	51° 29'

Monobromotoluidine.

(Voir Pl. I, fig. 2).

$$C_6H_3\begin{cases} CH_3 & 1 \\ AzH_2 & 2 \\ Br & 5 \end{cases}$$

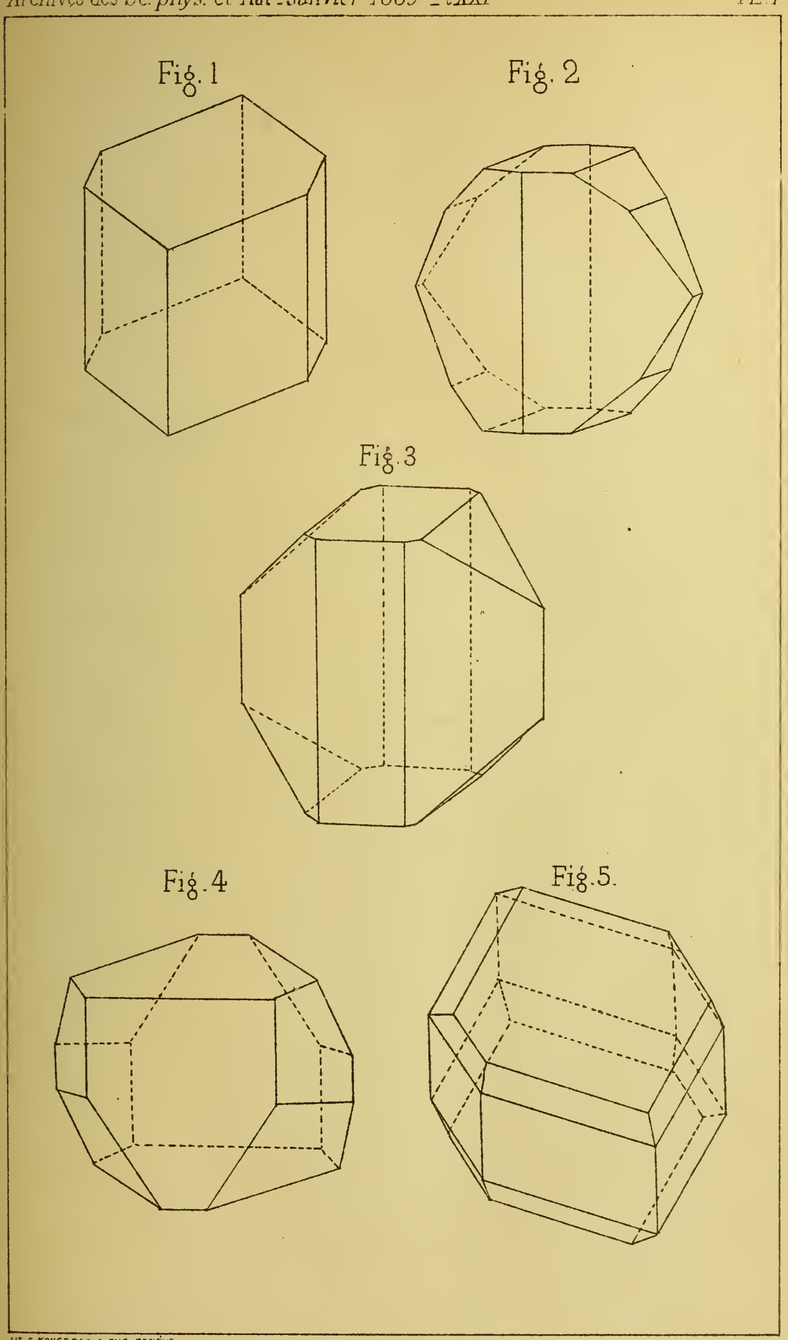
Préparé par M. Dr. Nourisson.

Cristaux jaunâtres. Face (110) très développée ; quelques cristaux présentent les faces (011) et (021) plus développées ; (001) constante généralement petite.

Prisme rhomboïdal droit.

$a : b : c = 0{,}63628 : 1 : 0{,}87171$

	Observé.	Calculé.
$(110) : (\bar{1}10)$ =	115° 4'*	
(001) : (011) =	41° 5'*	
(011) : (021) =	19° 1'	19° 5'
$(021) : (02\bar{1})$ =	59° 49'	59° 41'
(011) : (110) =	69° 23'	69° 22'
(012) : (110) =	62° 10'	62° 15'



LIT. F. NOVERRAZ & FILS. GENÈVE.

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY of ILLINOIS

Diméthylsuccinylphénylhydrazine asymétrique.

(Voir Pl. I, fig. 3).

Préparé par M. Dr. Levy. Point fusion 131° (*Ann. de Lieb.*, 242, 204).

$$\begin{array}{l} (CH_3)_2 = C - CO \\ \qquad\quad\;\; | \qquad\quad > Az - Az\,HC_6H_5 \\ \quad\;\; H_2 = C - CO \end{array}$$

Cristaux incolores légèrement jaunâtres. Faces (110) (011) (100) développées, (001) petites dans certains cristaux.

Prisme rhomboïdal oblique.

$\beta = 99°\ 57.'$

$a : b : c = 1,05521 : 1 : 0,82996$

	Observé.	Calculé.
(001) : (011)	= 40° 47'*	
(001) : (110)	= 83° 7'*	
(110) : (100)	= 46° 6'*	
(011) : (01$\bar{1}$)	= 98° 20'	98° 26'
(110) : ($\bar{1}$10)	= 87° 39'	87° 47'
($\bar{1}$10) : (011)	= 67° 41'	67° 40'

Éther éthylique de l'acide o. benzophénone dicarbonique.

(Voir Pl. I, fig. 4.)

$$\begin{array}{l} C_6H_4 \diagup COOC_2H_5 \\ \quad\;\; > CO \\ C_6H_4 \diagdown COOC_2H_5 \end{array}$$

Préparé par MM. Græbe et Julliard (*Annalen*, 242, 243).

Faces (100) et (001) développées, $(11\bar{1})$ assez développées.

Rhomboïdal oblique.

$\beta = 104° \ 2'$

$a : b : c = 1,0686 : 1 : 1,4678$

	Observé.	Calculé.
$(100) : (001)$	$= 75° \ 58'*$	
$(100) : (11\bar{1})$	$= 71° \ 8'*$	
$(00\bar{1}) : (11\bar{1})$	$= 56° \ 42'*$	
$(100) : (340)$	$= 54° \ 38'$	$54° \ 7'$
$(340) : (\bar{3}40)$	$= 70° \ 44'$	$71° \ 46'$
$(340) : (11\bar{1})$	$= 41° \ 40'$	$40° \ 46'$
$(340) : (001)$	$= 81° \ 39'$	$82° \ 32'$
$(340) : (\bar{1}11)$	$= 68° \ 18'$	$67° \ 31'$

Oxynaphtoate de méthyle.

(Voir Pl. I, fig. 5.)

$$C_{10}H_6 \begin{cases} COH \\ COOCH_3 \end{cases}$$ point de fusion 78°.

Préparé par M. Dumas.

Cristaux tabulaires aplatis suivant l'axe des z; la base (001) très développée, les facettes $(1\bar{1}1)$ $(1\bar{1}\bar{1})$ et $(1\bar{1}0)$ très petites.

Prisme bioblique.

$\alpha = 108° \ 26' \quad \beta = 98° \ 24' \quad \gamma = 102° \ 36'$

$a : b : c = 1,0654 : 1 : 1,6091$

	Observé.	Calculé.
$(001):(100)$	$= 76°\ 34'*$	
$(001):(010)$	$= 68°\ 53'*$	
$(100):(010)$	$= 73°\ 38'*$	
$(001):(101)$	$= 46°\ 48'*$	
$(001):(011)$	$= 43°\ 47'$	
$(100):(10\bar{1})$	$= 38°\ 10'$	$38°\ 13'$
$(10\bar{1}):(00\bar{1})$	$= 65°\ 16'$	$65°\ 13'$
$(100):(110)$	$= 56°\ 19'$	$57°\ 13'$
$(1\bar{1}0):(0\bar{1}0)$	$= 50°\ 3'$	$49°\ 9'$
$(010):(101)$	$= 66°\ 34'$	$66°\ 43'$
$(101):(1\bar{1}1)$	$= 47°\ 47'$	$48°\ 45'$
$(1\bar{1}1):(0\bar{1}0)$	$= 65°\ 39'$	$64°\ 32'$
$(011):(100)$	$= 71°\ 42'$	$71°\ 40'$
$(010):(01\bar{2})$	$= 65°\ 12'$	$63°\ 58'$
$(01\bar{2}):(00\bar{1})$	$= 45°\ 55'$	$47°\ 8'$
$(001):(1\bar{1}1)$	$= 67°\ 1'$	$67°\ 46'$
$(1\bar{1}1):(1\bar{1}0)$	$= 30°\ 6'$	$29°\ 49'$
$(010):(10\bar{1})$	$= 88°\ 3'$	$88°\ 4'$
$(100):(0\bar{1}2)$	$= 89°\ 15'$	$89°\ 52'$

CONGRÈS GÉOLOGIQUE INTERNATIONAL

DE LONDRES

en Septembre 1888

Les congrès géologiques internationaux ont lieu, dans la règle, tous les trois ans. Le précédent s'était tenu à Berlin en 1885, et Londres avait été choisi comme siège du congrès de cette année. Un nombreux comité de réception, comprenant la plupart des notabilités scientifiques de cette grande ville, avait préparé la réunion et fait les choses grandement. Un comité exécutif restreint avait imprimé et distribué d'avance plusieurs fascicules assez volumineux, contenant divers rapports et mémoires, catalogue de l'exposition spéciale, description géologique des voies d'accès à Londres, et des régions à parcourir dans les excursions, enfin une liste des membres du congrès, qui a dû être complétée pendant la session.

Cette liste constate l'inscription de 835 membres, répartis par nationalités comme suit :

496 des îles britanniques.

258 du continent européen, savoir : Allemagne 67, France 47, Italie 36, Belgique 34, Russie 18, Autriche-Hongrie 17, Scandinavie 11, Suisse 8, Roumanie 6,

Hollande 4, Espagne 4, Portugal 3, Bulgarie 1, Danemark 1, Luxembourg 1.

75 du continent américain, savoir : États-Unis 62, Canada 6, Mexique 3, Cuba 2, Pérou 1, Argentine 1.

6 d'autres continents, savoir : Australie 2, Nouvelle-Zélande 2, Inde 2.

Le congrès méritait donc bien son titre d'international. Les chiffres ci-dessus indiquent d'ailleurs l'attention donnée au Congrès, plutôt qu'ils ne marquent le développement de la géologie dans chaque pays.

Naturellement un bon nombre de personnes s'étaient inscrites à titre de témoignage d'intérêt, de participation financière, et pour recevoir les publications.

Le nombre des membres présents fut de 380 (260 à Berlin), dont 139 étrangers aux Iles britanniques. La Suisse était représentée par les deux délégués de la Société géologique suisse, plus trois autres membres de celle-ci.

La plupart des géologues de renom avaient tenu à figurer comme membres, et un bon nombre d'entre eux à prendre part à la session.

Le Palais de l'Université de Londres, à *Burlington House*, avait été mis à la disposition du Congrès. On y trouvait toutes les facilités désirables, comme à Berlin au palais du *Reichstag* : grand amphithéâtre, salle pour le conseil et les commissions, vaste salle d'exposition, bureau de renseignements, salle de correspondance et de conversation, restaurant, etc.

La séance d'ouverture avait été fixée au lundi 17 septembre, à sept heures et demie du soir, mais pendant la journée avaient eu lieu des séances préparatoires du Conseil de la précédente session, en vue des présentations à faire pour le bureau et le Conseil de celle-ci.

La présidence d'honneur fut décernée à l'éminent professeur HUXLEY, de la présence duquel nous fûmes malheureusement privés par une indisposition. La présidence effective fut dévolue à l'un des doyens de la géologie anglaise, M. le prof. PRESTWICH, qui occupait encore récemment la chaire de géologie de l'Université d'Oxford, et vient de publier deux beaux volumes de géologie générale. On choisit ensuite 22 vice-présidents, dont 3 pour la Grande-Bretagne et 19 pour chacun des autres pays représentés. Les secrétaires généraux furent MM. W. TOPLEY et D[r] HULKE, auxquels nous devons beaucoup de reconnaissance, car c'est eux qui ont eu la plus grande part dans l'organisation et la bonne marche du congrès. On leur adjoignit 6 secrétaires de nationalités et langues diverses pour la rédaction des procès-verbaux. Le trésorier du comité d'organisation, M. F. W. RUDLER, fut naturellement confirmé dans ses utiles et délicates fonctions. Enfin le Conseil fut complété par 30 autres membres choisis parmi les notabilités présentes de divers pays. Notre petite patrie suisse ne fut point oubliée dans cette répartition, car des deux délégués de notre Société géologique, l'un fut élu vice-président et l'autre membre du Conseil.

Les jours suivants, il y eut chaque matin une assemblée plénière vers onze heures, précédée chaque fois d'une séance du Conseil. Les après-midi étaient consacrées, soit aux séances des commissions spéciales, soit à visiter l'exposition, les musées ou d'autres institutions de Londres et du voisinage. Les soirées étaient en général occupées par de grandes réceptions ou aussi par des invitations particulières très nombreuses. Sous ce rapport, nos confrères anglais se sont distingués; ils ont tenu à faire bril-

ler l'hospitalité britannique, et ont donné par là au Congrès de Londres un cachet de sociabilité beaucoup plus accusé que dans les précédentes sessions.

Malheureusement, la séance d'ouverture, le lundi, et celle de clôture, le samedi, furent presque entièrement absorbées par des discours d'apparat, formalités et compliments, qui ne laissaient aucune place aux discussions scientifiques. Il ne resta pour celles-ci que 4 petites séances plénières d'à peine deux heures chacune.

Il nous paraît de plus en plus évident que le majeur intérêt de ces congrès ne gît pas dans le travail des séances, mais dans les relations qui s'établissent, ou se renouvellent, entre géologues de divers pays. Il y a beaucoup à apprendre dans la conversation de tant d'hommes distingués, ainsi que dans l'examen des musées, et des expositions organisées ad hoc.

Mais en voilà assez sur ces questions générales ; passons au travail scientifique.

I. Carte géologique d'Europe.

La Commission de la Carte n'avait pas été réunie depuis le Congrès de Berlin. Les matériaux de divers pays, surtout de la France et de l'Autriche, s'étant fait attendre longtemps, la feuille la plus avancée (C.IV), comprenant le nord de l'Allemagne, n'avait pu être achevée qu'en juillet 1888, et la feuille C.V, qui comprend la Suisse et les contrées voisines, n'était encore qu'ébauchée.

La plupart de ses membres se trouvant à Londres, ou s'y étant fait représenter, la Commission en profita pour avoir trois longues séances, dans lesquelles elle examina

attentivement cette feuille C.IV présentée en épreuves, et prit une série de décisions importantes pour la continuation du travail.

Les membres présents étaient MM. Beyrich et Hauchecorne, directeurs (Allemagne), Mojsisovics (Autriche), Giordano (Italie), Topley (Iles britanniques) et Renevier, secrétaire. M. Karpinsky (Russie) s'était fait représenter par MM. Nikitin et Tschernyschev. Les directeurs des services géologiques de divers pays : MM. Torell (Suède), Geikie (Angleterre), Stur (Autriche), et aussi M. Capellini, prirent part avec voix consultative à tout ou partie de ces séances. Malheureusement la France n'était pas représentée, car ni M. Daubrée, ni aucun des membres du Service de la carte détaillée n'était venu au Congrès.

Quelques modifications à la légende précédemment adoptée ont été introduites par le Directorium dans cette première feuille C.IV. On a pu y distinguer par deux teintes différentes les terrains quaternaires et modernes. De même dans les roches éruptives modernes, on a distingué les tufs volcaniques stratifiés d'avec les cendres et scories simplement accumulées. La Commission a approuvé ces modifications qui enrichissent la légende. Elle a décidé, en outre, de remplacer dans la carte le terme *Quaternaire*, qui indique à tort une analogie du rang avec *Primaire*, *Secondaire*, *Tertiaire*, par son équivalent très généralement usité, *Plistocène*, mais en ajoutant entre parenthèses le synonyme allemand (*Quartär*). Elle a recommandé au Directorium d'employer des teintes un peu moins foncées pour les terrains anciens, et de remplacer par d'autres notations les lettres grecques employées pour certaines divisions intermédiaires (*Rhétien*, *Gault*, etc.), afin d'éviter une confusion avec les roches éruptives.

Les géologues russes ayant fait connaître qu'il n'y a dans l'Oural aucun terrain archéen, mais que les *schistes cristallins* y sont interstratifiés avec des marbres contenant une riche faune hercynienne, il est convenu que ces terrains seront représentés par la couleur du Dévonien, avec une hachure spéciale qui désigne leur état métamorphique. Dans tous les cas analogues, il sera procédé de la même manière.

Diverses mesures sont prises pour le raccordement des tracés géologiques de pays contigus, ainsi que pour la distinction des terrains modernes et plistocènes des divers pays où elle n'est pas encore appliquée.

Sur sa demande, le Comité américain est admis comme souscripteur à cent exemplaires de la carte d'Europe, sur le même pied que les grands États européens.

Grâce aux tracés géologiques, qui lui ont été dernièrement envoyés ou annoncés, et à ceux des Iles britanniques qui lui sont remis séance tenante, le Directorium a maintenant en mains les matériaux des feuilles de l'Europe centrale, et il promet de pousser activement le travail. La Commission décide que ces feuilles seront publiées au fur et à mesure qu'elles seront prêtes, avec une petite légende pour chacune d'elles, et expédiées aux comités souscripteurs.

Espérons que nous en recevrons une ou deux en 1889.

II. Unification stratigraphique.

A l'inverse de la Commission de la carte, la Commission internationale d'unification s'était réunie deux fois

depuis le Congrès de Berlin. En outre, l'un des comités nationaux, le Comité américain, avait pris sa tâche au sérieux et envoyé un gros rapport. Malgré cela, pour les raisons que j'indiquerai plus loin, le Congrès de Londres n'a fait aucun pas décisif dans l'unification de la nomenclature géologique.

Résumons d'abord les travaux préliminaires susmentionnés.

La Commission internationale d'unification s'était réunie à Genève en août 1886, et y avait tenu deux séances. Malheureusement elle était peu nombreuse, et quelques-uns de ses membres s'étant vus dans l'obligation de partir subitement, elle n'avait pu continuer ses travaux. Un compte rendu de ses délibérations a paru dans les *Archives* (octobre 1886). Je ne fais que les résumer ici :

1° La commission avait reconnu unanimement que, dans la majorité des cas, cinq ordres de subdivisions hiérarchiques ne sont pas nécessaires; qu'on pourrait souvent sans inconvénient supprimer le troisième ordre (série), qui n'est utile que dans quelques occasions, à titre de *sous-système,* et laisser à la stratigraphie locale le cinquième ordre (assise), à titre de *sous-étage.*

2° Elle s'était prononcée également à l'unanimité pour le principe des *terminaisons homophones* en *....aire,* *....ique,* et *....ien,* appliquées à chacun des trois ordres principaux de subdivisions, — tout en reconnaissant que leur introduction ne peut avoir lieu que très à la longue.

3° Elle s'était préoccupée surtout de la valeur à attribuer à chacun de ces trois ordres de divisions, et avait adopté à ce sujet les sept thèses suivantes :

I. « Les divisions de *premier ordre* devront avoir une valeur universelle et être basées sur des caractères paléontologiques assez généraux pour pouvoir s'appliquer à toute la terre. »

II. « Les sous-groupes (qui sont facultatifs) seront nécessairement définis par les caractères communs aux systèmes dont ils sont formés. Ils devront avoir une valeur presque universelle. »

III. « Les *systèmes* auront encore une valeur très générale. Leurs caractères paléontologiques doivent indiquer une évolution organique, particulièrement caractérisée par l'étude des animaux pélagiques. »

IV. « Pour qu'une division soit érigée en système, il convient que la succession des faunes pélagiques s'y montre susceptible de divisions bien marquées. »

V. « Les divisions d'un système, c'est-à-dire les étages, doivent avoir une valeur européenne ou équivalente. Chaque *étage* doit être caractérisé par une faune pélagique suffisamment distincte. »

VI. « Les sous-étages pourront n'avoir qu'une valeur régionale. »

VII. « Les divisions de même ordre doivent présenter autant d'équivalence que possible au point de vue de l'évolution qu'elles représentent. »

4° Enfin la commission s'était prononcée pour l'admission de trois divisions de premier ordre :

Ère (Groupe) *tertiaire* ou *cénozoïque*.
» » *secondaire* ou *mésozoique*.
» » *primaire* ou *paléozoïque*.

à l'exclusion d'une soi-disant *Ère quaternaire* qui n'a pas de légitimité paléontologique et n'est pas une division de même ordre.

En 1887, la même commission se réunissait à Manchester, à l'occasion de l'assemblée annuelle de la *British Association*. Elle y fut également peu nombreuse et y eut plusieurs séances, dont le procès-verbal a été publié. N'ayant pu me rendre à Manchester, je ne puis en parler que d'après ce seul document; mais, à en juger par ce procès-verbal, ses séances n'ont guère avancé la question. On s'y est entretenu de ce qui avait été fait à Genève et de l'organisation du Congrès de Londres. Le seul pas en avant paraît avoir été d'inviter le Congrès à discuter en premier lieu les principes sur lesquels doit reposer la terminologie stratigraphique, avant de s'engager dans les détails de la classification.

Basé sur ces maigres travaux, le secrétaire de la Commission d'unification, M. le prof. Dewalque, avait préparé pour le Congrès de Londres un Rapport, dans lequel il passait en revue les questions réglées à Berlin et celles qui restaient à traiter. Il concluait en proposant l'ordre suivant pour les tractations de ces questions :

1. Les sept thèses adoptées par la commission à Genève, en 1886.

2. La proposition de la Commission adoptée à Manchester.

3. L'interversion des termes *Groupe* et *Série*, et l'adoption du terme *Phase* comme équivalent chronologique d'*Assise*.

4. Le principe des terminaisons homophones pour les divisions de même ordre.

5. La question de l'Archéen et des Schistes cristallins.

6. L'ensemble Cambro-Silurien.

7. La question Permo-carbonifère.

8. La question du Quaternaire et du Tertiaire.

Mais dans la séance préalable de la Commission d'unification qui eut lieu à Londres, le lundi 17, après midi, et qui réunissait cette fois une douzaine de membres, cet ordre ne fut pas accepté. On résolut de profiter de la présence de beaucoup de géologues, s'occupant des terrains anciens, pour discuter en premier lieu sur la classification et la nomenclature des terrains *Cambriens* et *Siluriens*, puis sur les *Schistes cristallins* et leurs rapports avec l'*Archéen*.

Ensuite devait venir la question du Quaternaire, etc., suivant le temps qui serait à disposition.

a) *Question Cambro-silurienne.*

Conformément à cette décision, sanctionnée par le Conseil, l'assemblée du mardi 18 fut consacrée à la discussion sur les relations du *Cambrien* et du *Silurien*. Ce fut une belle séance, où l'on entendit beaucoup d'hommes distingués émettre chacun son point de vue. Mais, contrairement aux décisions antérieures du Congrès, l'usage exclusif du français ne fut pas maintenu, et la plupart des orateurs demandèrent la permission de parler leur langue maternelle.

Trois géologues anglais, MM. Hiks, Marr et Lapworth, sont d'accord pour reconnaître, dans ces terrains paléozoïques les plus anciens, trois divisions naturelles, à peu près d'égale valeur, correspondant d'une manière générale aux trois faunes siluriques de Barrande, primordiale, seconde et troisième. Malheureusement la division moyenne (faune seconde) a été classée par Sedgwick dans le Cambrien, et par Murchison dans le Silurien, presque simultanément. De là d'interminables contes-

tations entre l'école de Cambridge, qui fait de ces couches du Cambrien supérieur, et le *Geological Survey* qui en fait du Silurien inférieur.

Pour mettre d'accord les partisans de Sedgwick et de Murchison, M. le prof. LAPWORTH avait proposé, déjà en 1879, de nommer *Ordovicien* le terrain contenant la faune seconde, de *Ordovicia*, ancien nom du nord du pays de Galles.

Les trois orateurs susnommés, quoique appartenant à des écoles différentes, insistèrent également sur l'opportunité de cette nouvelle dénomination admise déjà par beaucoup de géologues anglais, américains et autres.

En outre, M. Lapworth ferait de ces divisions trois systèmes, constituant ensemble une Ère, d'égale valeur au reste de l'Ère paléozoïque, et qu'il nommerait *Ère protozoïque*; ainsi :

Silurien = Silurien sup. de Murchison = Faune 3me (E).
Ordovicien = Silur. inf. (Murch.) = Cambr. sup. (Sedg.) = Faune 2me.
Cambrien = Cambrien inf. de Sedgwick = Faune primordiale.

M. le prof. DEWALQUE, admettant aussi les 3 divisions, aurait voulu appliquer à l'inférieure le nom de *Taconique* pour donner satisfaction aux Américains. Mais MM. WALCOTT et S. HUNT, tous deux Américains, montrent que le nom de Taconique prêterait à confusion, ayant été attribué à des couches d'âge divers, dont les unes sont archéennes et d'autres siluriennes. Ils sont disposés l'un et l'autre à adopter le nom de *Ordovicien.*

M. KAYSER (Allemand) accepte également le terme *Ordovicien* pour la deuxième des trois divisions.

En revanche, M. Geikie, directeur du Survey, et avec lui MM. Hull et Torell, voudraient conserver intacte la classification de Murchison, et continueront à nommer le terrain en question *Silurien inférieur.*

Enfin trois Français, MM. Gosselet, de Lapparent et Barrois, et avec eux M. Delgado (Portugais), estiment que le *Cambrien* (faune 1re) doit être une division de même ordre que le *Silurien* (faunes 2me et 3me), et subdivisible, comme lui, en deux étages au moins. Ceci d'ailleurs n'empêcherait point l'adoption du terme *Ordovicien* pour remplacer le Silurien inférieur, comme celui de *Bohémien* pour le Silurien supérieur. M. Marr proposait pour ce dernier le nom de *Barrandeen,* qui serait plus difficilement acceptable.

A la suite de ce débat, qui occupa toute la séance du mardi, aucune décision n'intervint, le Conseil s'étant montré en général défavorable aux votations en matière scientifique. Mais, réserve faite de l'équivalence des divisions, on pouvait voir clairement que le nom de *Ordovicien* était favorablement accueilli par le plus grand nombre des intéressés.

b) *Question des Schistes cristallins.*

Le comité d'organisation du Congrès avait demandé par avance des Mémoires sur cette question, à une dizaine de géologues de divers pays. Il avait fait imprimer et distribuer aux assistants un petit volume de 127 pages, contenant les mémoires de MM. Sterry-Hunt, Heim, Lory, Lehmann, Michel-Lévy, Lawson, Lossen, etc. L'assemblée du mercredi 19 et la plus grande partie de celle du vendredi 21 furent consacrées à cette discussion, à

laquelle prirent part une vingtaine de membres du Congrès.

Impossible et inutile de la résumer ici, car c'est l'éternelle question des néptunistes et des vulcanistes, des Werneristes et Huttonistes! Plus exactement, c'est la question de l'origine et du mode de formation des schistes cristallins : par voie de solidification par refroidissement; ou de précipitation hydro-chimique, cristalline; ou de sédimentation normale, suivie de métamorphisme régional dynamique (*Dynamorphisme*).

Il fut assez généralement reconnu que, outre les schistes cristallins anciens, qui sont d'âge *archéen*, il existe dans beaucoup de pays, et en particulier dans les Alpes, des roches cristallines plus ou moins semblables aux précédentes, mais qui sont beaucoup plus récentes et incontestablement sédimentaires.

Parfois ces roches cristallines contiennent des fossiles qui permettent d'en reconnaître l'âge. Ces fossiles, plus ou moins détériorés par le métamorphisme, se rencontrent soit dans la roche elle-même, soit surtout dans des intercalations calcaires ou siliceuses.

Il n'est peut-être pas inutile d'en rappeler ici quelques exemples, qui furent signalés au Congrès de Londres :

a. Graptolites dans les schistes à Chiastolite de Portugal (DELGADO).

b. Schistes maclifères fossilifères de Rohan, en Bretagne (DE LAPPARENT).

c. Fossiles siluriens (?) dans les Schistes cristallins de la Norwège (REUSCH).

d. Marbres à riche faune dévonienne, interstratifiés dans les Schistes cristallins de l'Oural (TSCHERNYSCHEV et NIKITIN).

e. Quartzite à fossiles dévoniens dans les Schistes cristallins de Durrenberg, Silésie (HALFAR).

f. Troncs d'arbres dans Schistes cristallins de Guttannen (Alpes bernoises), conservés au Musée de Berne [1].

g. Bélemnites dans schistes semi-cristallins du Nufenen (Valais), Scopi (Grisons), Fernigen (Uri), ces derniers d'âge oxfordien incontestable (C. SCHMIDT).

M. LORY, qui a fait une étude particulière des cristaux microscopiques rencontrés dans les terrains sédimentaires des Alpes, et qui en a trouvé depuis le Trias jusqu'au Nummilitique, leur attribue une origine hydrothermale. Il est appuyé par MM. ISSEL, HUNT, etc., mais combattu par d'autres.

M. HEIM insiste sur l'étude des modifications mécaniques (métamorphisme dynamique) subies par des terrains sûrement sédimentaires, devenus par là plus ou moins semblables aux schistes cristallins anciens. Ce n'est qu'ainsi qu'on aura la clef de l'origine des roches archéennes.

Ici se place une question importante, traitée non dans l'assemblée, mais dans le Rapport américain : Les différents minéraux des roches cristallines peuvent-ils servir à déterminer leur âge relatif? en d'autres termes, y a-t-il une succession chronologique régulière dans le développement des divers minéraux? M. STERRY-HUNT en est persuadé, mais les géologues américains qui ont répondu à cette question sont en majorité d'un avis contraire.

Dans le même rapport, on peut voir qu'il s'est trouvé une majorité de réponses, défavorables à la nature organique de l'*Eozöon!*

[1] Voir *Archives*, septembre 1886, p. 240, et octobre 1887, p. 371.

c) *Question du Quaternaire.*

La séance plénière du jeudi 20 septembre fut consacrée à cette question : Quelle est la valeur du Quaternaire comme division stratigraphique ou chronologique ? Ce doit-il être une division de premier ordre, comme Tertiaire Secondaire, etc., ainsi que l'indiquerait la forme et le sens de ce nom ?

C'est moi-même qui ouvris les feux dans cette discussion, en m'élevant contre l'idée traditionnelle. Je montrai qu'au point de vue paléontologique le soi-disant Quaternaire n'est qu'une dépendance de l'Ère tertiaire ou cénozoïque, voire même une simple subdivision du Pliocène, et qu'on désignerait celle-ci beaucoup plus justement par le terme *Plistocène*, d'ailleurs fréquemment employé.

Aucune modification importante dans les faunes et dans les flores ne s'est produite à son origine, comme cela a eu lieu à l'origine des Ères secondaire et tertiaire. Dans les vertébrés les genres se continuant presque tous les mêmes ! Dans les faunes de mollusques, et mieux encore dans les flores, ce sont les espèces qui subsistent !

L'homme presque seul paraîtrait faire exception à cette règle, à supposer que l'on rejette l'existence de l'homme pliocène, ce qui devient de plus en plus difficile !

Quant au phénomène glaciaire, s'il a atteint son maximum d'intensité à l'époque plistocène, on ne peut plus douter maintenant qu'il n'ait commencé à se manifester déjà à l'époque pliocène.

Pour toutes ces raisons il me paraît éminemment peu rationnel d'admettre une quatrième division de premier ordre, dite *Ère quaternaire.*

Malheureusement la tradition est si forte, que j'ai été combattu par la plupart des orateurs qui m'ont succédé, MM. de Lapparent, Gaudry, etc., mais ils n'ont guère apporté à l'appui de leur thèse d'autre argument que l'apparition de l'homme et la grande extension des glaciers. C'est toujours cette illusion d'optique qui nous fait voir beaucoup plus grands les objets plus rapprochés de nous.

M. Blanford cependant m'a vigoureusement soutenu, en invoquant les conditions géologiques de l'Inde, où une même formation terrestre et fluviatile, épaisse d'environ 3000 mètres, va du Miocène jusqu'à l'époque actuelle.

Aucune votation n'est intervenue, pas plus que les jours précédents, mais le lendemain la Commission de la carte d'Europe décidait à l'unanimité de remplacer dans la légende le terme de Quaternaire par celui de Plistocène!

III. Délibérations du Congrès.

Dès ses premières séances le Conseil s'était préoccupé du mode de votation dans les Congrès, et des difficultés résultant de leur composition chaque fois différente, avec forte prédominance des géologues du pays où se tient la session. Après une discussion préalable, assez prolongée, il avait nommé une commission de 7 membres, pour étudier plus complètement cette question, et lui présenter un projet de résolution à soumettre à l'assemblée.

Cette commission unanime avait présenté le texte suivant qui, approuvé par le Conseil, fut voté à l'unanimité par le Congrès :

Résolution.

« Afin d'éviter les inconvénients qui pourraient résulter, lors de certains votes, de la grande supériorité numérique des membres appartenant au pays où se tient le Congrès, les votes auxquels donneront lieu les discussions scientifiques se feront désormais de la manière suivante :

« Les votes des membres nationaux et ceux des membres étrangers seront émis séparément, et, dans les deux groupes, à la majorité relative. Si les votes des deux groupes sont concordants, le résultat sera considéré comme acquis. S'il y a divergence on regardera la question comme n'étant pas suffisamment mûre et elle sera réservée pour l'avenir;

« Les matières d'ordre purement théorique pourront utilement faire l'objet de discussions, et d'échanges de vues, dans les séances du Congrès; mais elles ne devront pas donner lieu à des votes, et les décisions du Congrès ne devront s'appliquer qu'aux matières dont la solution s'impose pour faciliter le commerce mutuel des géologues des diverses nations. »

Quoique cette résolution n'ait été prise que dans la dernière assemblée, elle était dans l'air, on savait que le Conseil s'en occupait, c'est pourquoi aucune votation n'intervint à la suite de la discussion des trois questions scientifiques susmentionnées.

En revanche dans la séance du vendredi 21, où M. Hauchecorne soumit au Congrès la première feuille (C. IV) de la *Carte géologique internationale d'Europe*, l'œuvre de la commission de la carte fut approuvée.

Malheureusement une autre entreprise que le Congrès avait encouragée, celle d'un *Nomenclator paleontologicus*, paraît devoir être abandonnée. Le promoteur de cette publication, M. le prof. Neumayr, a annoncé qu'il était obligé d'y renoncer, n'ayant trouvé aucun éditeur qui voulût se charger de l'entreprise matérielle.

Quant au prochain Congrès triennal, qui tombera sur l'année 1891, l'Assemblée a accepté les invitations fort aimables venues des États-Unis d'Amérique, et décidé qu'il aurait lieu à *Philadelphie*. Ces invitations n'émanaient pas seulement des Américains présents, mais des autorités et de beaucoup de citoyens de Philadelphie. Elles étaient corroborées par de nombreuses signatures de géologues américains de divers États, qui désiraient que le Congrès traversât maintenant l'Atlantique, et ne restât pas confiné à l'Europe.

C'est loin, sans doute, mais des réductions de taxes seront offertes pour la traversée et pour les voyages aux États-Unis !

IV. Musées et Expositions.

On sait que Londres abonde en beaux musées et institutions publiques de toutes sortes. De nombreuses facilités étaient offertes aux membres du Congrès, soit pour les visiter, soit pour y faire quelque étude.

A chaque grand musée on avait assigné une après-midi, dans laquelle son directeur se mettait à la disposition des visiteurs, pour leur en faire les honneurs, et leur donner les explications désirables : Mardi le Musée archéologique britannique à Bloomsbury; mercredi le

Musée d'histoire naturelle à South-Kensington, etc. Le Jardin zoologique nous était ouvert le dimanche, comme aux membres-propriétaires, tandis qu'il n'est pas ouvert ce jour-là au public. Citons encore le Jardin botanique de Kew, la Bibliothèque britannique, la Galerie nationale de tableaux, les collections ostéologiques du Collège des chirurgiens, etc. Des invitations spéciales nous étaient adressées de chacune de ces institutions.

Deux de ces musées devaient attirer surtout notre attention. D'abord les magnifiques galeries minéralogique et paléontologique du Musée de South-Kensington, dont tout le personnel a été d'une excessive obligeance. Non seulement nous pouvions y entrer le matin avant l'ouverture au public, mais, en dérogation aux usages anglais les plus enracinés, le personnel y était sur pied, à notre intention, le dimanche ! On nous donnait avec la plus grande bienveillance tous les renseignements désirés, et partout où nous avions un point spécial à examiner on nous ouvrait immédiatement les vitrines.

Ces collections sont d'une richesse incroyable, en fossiles et minéraux de tous les pays. Elles sont en outre admirablement exposées, et arrangées d'une manière excessivement instructive. Non seulement leur classification est particulièrement intuitive, mais partout se trouvent des inscriptions et des explications, qui font sentir l'intérêt et la portée des pièces exposées.

Le second musée qui avait pour nous, géologues, une grande importance, c'est celui du *Geological Survey*, dit *Musée de géologie pratique*. On trouve là, dans une grande nef à deux étages de galeries en fer à cheval, de magnifiques collections géologiques, minéralogiques et géotechniques. Outre des séries très riches de minéraux de tous

pays, on y voit les minerais, et autres matières premières inorganiques, de l'empire britannique, avec leurs différents produits ouvrés; puis une très belle collection de fossiles anglais, classés stratigraphiquement. C'est l'exposition la plus complète qui existe de la géologie britannique.

Enfin, comme déjà à Bologne et à Berlin, le Comité d'organisation avait monté une exposition spéciale de livres, cartes, profils, minéraux, roches, fossiles et objets d'archéologie préhistoriques, dont le simple catalogue compte une soixantaine de pages. Cette exposition se trouvant dans *Burlington House,* à portée des salles de séances, pouvait être visitée dans tous les moments perdus, et servait souvent de lieu de rendez-vous.

Comme exemple de l'utilité d'une semblable exposition, je mentionne les faits suivants : M. le prof. Heim, de Zurich, avait exposé une nombreuse série de beaux échantillons de roches illustrant les diverses circonstances du métamorphisme régional des Alpes. On voyait près de là des séries analogues de roches d'Écosse et du Pays de Galles. Ces deux collections illustraient une branche relativement moderne des études géologiques, branche qui s'est développée en premier lieu dans notre patrie suisse. Autour de ces témoins concrets et discrets, se rencontraient fréquemment des géologues de tous pays, particulièrement de régions montagneuses : des Alpes, de Scandinavie, d'Écosse et des États-Unis orientaux; et là avaient lieu de nombreuses comparaisons et discussions, extrêmement profitables.

Il devait en être de même pour d'autres branches géologiques. Formées en général des matériaux de travaux récents, les expositions de cette espèce sont éminemment suggestives.

V. Excursions.

A titre de délassement, je pense, on avait organisé pour le jeudi après midi diverses excursions hors de Londres, entre lesquelles chacun faisait son choix. Les uns répondirent à l'invitation du directeur des jardins botaniques de Kew. D'autres, sous la conduite de M. Whitaker, allèrent explorer les terrains tertiaires et modernes des environs de Londres, à Erith et Crayford. Enfin le plus grand nombre, je crois, furent visiter le château de Windsor, et le Collège de Eton. La reine avait donné l'ordre de nous montrer ses appartements particuliers, qui ne sont pas ouverts d'habitude aux visiteurs. Les professeurs d'Eton nous firent une très aimable réception, suivie d'un banquet assez original, présidé par le recteur en costume ecclésiastique, et terminé par divers discours.

Une demi-douzaine d'excursions plus prolongées étaient proposées à notre choix pour la semaine après le Congrès, à partir du lundi 24 septembre.

1° L'une à l'île de Wight, dont la géologie crétacique et tertiaire est si intéressante.

2° Une autre dans le Norfolk et Suffolk, pour étudier les terrains pliocènes et glaciaires.

3° Sous la direction de M. Woodall, on pouvait visiter les côtes Est du Yorkshire, si riches en terrains jurassiques et crétaciques.

4° MM. Green et Woodward offraient de nous montrer les terrains jurassiques du centre de l'Angleterre, et en particulier les environs de Bath.

5° MM. Marr et Tiddeman devaient guider dans l'ouest du Yorkshire les membres du Congrès qui désiraient voir les terrains siluriques et carboniques.

6° Enfin l'excursion dans le nord du Pays de Galles, dirigée par MM. Dr Hicks et Blake, offrait une excellente occasion de voir les terrains les plus anciens : Ordovicien, Cambrien et Archéen.

Un volume descriptif de plus de 200 pages, avec cartes, profils et clichés, avait été publié en français par l'infatigable secrétaire général, M. W. Topley, pour résumer les caractères géologiques de chacune de ces régions, et avait été distribué à tous ceux qui s'étaient inscrits pour l'une ou pour l'autre de ces excursions.

Je ne sais si tous ces projets furent mis à exécution ?

J'ai entendu le vénérable professeur Beyrich, de Berlin, raconter les jouissances qu'il avait éprouvées dans l'est du Yorkshire.

M. Houzeau de Lehaie a parlé très avantageusement de l'excursion à l'île de Wight dans la séance de la *Société belge de géologie*, etc., du 31 octobre (Proc. Verb. II, p. 287).

Pour moi, j'ai pris part à celle du Pays de Galles, qui paraît avoir été la plus nombreuse. Nous étions une cinquantaine de géologues étrangers, sous la conduite d'un petit nombre d'Anglais. A Chester, à Bangor, au magnifique manoir de lord Penrhyn, on nous a fait fête. Nous avons vu les immenses carrières d'ardoises cambriennes de Bethesda et de Llanberis, et beaucoup de faits géologiques intéressants dans l'île d'Anglesey, à Carnarvon, etc. Nous avons joui d'un temps magnifique dans cette contrée septentrionale si pittoresque. Nous avons fait l'ascension de la plus haute sommité du Pays de Galles, le Snowdon [1], qui a bien voulu, à notre intention, déposer

[1] L'altitude du Snowdon est de 3570 pieds anglais.

son voile habituel de brouillards. Nous avons admiré toute cette contrée, vraiment alpestre, et même de *hautes alpes* quoiqu'elle atteigne rarement mille mètres d'altitude !

Grâce à nos guides, nous avons fait tout cela en très peu de temps, dans des conditions exceptionnellement favorables et agréables. C'était en même temps une excellente occasion de nouer des relations plus intimes, les uns avec les autres.

Nos cœurs sont pleins de reconnaissance pour tous ces avantages, et pour la charmante et fructueuse hospitalité dont nous avons joui à Londres !

J'ajoute qu'en revenant par la Belgique un petit groupe de congressites ont pu apprécier également l'aimable réception de nos amis de Bruxelles, MM. Vanden Brœck, Rutot, Dollo, et de M. Houzeau de Lehaie à Mons, et faire, sous leurs auspices, quelques excursions très instructives.

Merci à tous ceux qui ont pris à tâche de rendre ce Congrès intéressant et utile. Je n'ai pas pu les nommer tous, mais tous méritent notre gratitude !

Lausanne, le 20 décembre 1888.

E. Renevier, prof.

LA ZOOLOGIE DU VOYAGE DU *CHALLENGER*

RAPPORT SUR LES COMATULIDÉES

PAR

M. H. CARPENTER [1]

La seconde partie du magnifique ouvrage de M. Herbert Carpenter sur les Crinoïdes recueillis par l'expédition du *Challenger* vient de paraître. Elle contient la description des Comatulidées. C'est un volume de 387 pages avec 70 planches, dont je voudrais donner ici une brève analyse.

Après avoir exposé l'histoire de la famille, M. Carpenter explique la structure générale des Comatulidées, ainsi que les variations diverses que l'on observe dans la forme et la prédominance de la pièce centro-dorsale, et les modifications que subissent les pièces basales. Il est amené ensuite à rendre compte de l'état actuel de nos connaissances au sujet de la distribution géographique et bathymétrique des espèces de la famille. Le nombre de celles qui sont connues actuellement est considérable, il se

[1] The Zoology of the Voyage of H. M. S. *Challenger*. Part LX. Report on the Comatulæ, by Herbert Carpenter. 1888.

monte à 180 et, cependant, tout fait supposer qu'il est encore à peine approximatif. Dans certains grands districts, tels que la mer des Caraïbes, l'Archipel Indien, l'Australasie, par exemple, on trouve des Comatulidées en quantités innombrables. Généralement ce sont des espèces littorales, toutefois les profondeurs n'en sont point privées, ainsi que l'ont montré les dragages du *Challenger*. Les Comatulidées connues ont été recueillies entre 81°, 16′ de latitude nord et 52°, 5′ de latitude sud. Dans chaque localité, fait remarquable, elles sont représentées par une espèce, au moins, d'*Antedon* à dix bras. Tandis que, dans les régions septentrionales, on n'a trouvé encore aucune Comatulidée à plus de 1463 mètres (800 brasses), on connaît un *Antedon* qui vivait à l'énorme profondeur de 5304 mètres (2900 brasses) dans le nord du Pacifique. Il est intéressant de noter que, tandis que les Comatulidées abondent dans certaines régions, dans d'autres elles sont, au contraire, fort rares, ou même tout à fait inconnues (jusqu'à présent du moins). Ainsi on n'en connaît que deux espèces de la Méditerranée, et aucune des Açores, des Iles du cap Vert, des Bermudes, ni des côtes d'Afrique depuis Gorée au cap de Bonne-Espérance. Depuis le nord du Pacifique jusqu'au détroit de Magellan, les dragages n'ont point fait connaître de Comatulidées, et, ce qui est singulier, point d'Ophiuridées non plus. Une grande area atteignant 100° de l'est à l'ouest et 65° du nord au sud, entre Ceylan, le Japon et les îles Kermadec, est celle dans laquelle on trouve les Comatulidées avec le plus de profusion. Certaines particularités de structure sont en corrélation avec l'habitat, ainsi toutes les espèces d'*Antedon* dans lesquelles les secondes pièces radiales sont unies aux troisièmes par une syzygie, connues jusqu'ici, provien-

nent de l'Archipel Indien. Les *Antedon*, à 10 bras seulement, sont extrêmement abondants ; ce sont ces espèces qui occupent l'area la plus étendue et que l'on trouve aux profondeurs les plus variées ; ainsi ce sont les seules qui dépassent 40° de latitude et une profondeur de 1370 mètres. Les espèces d'*Antedon* à bras multiples (plus de 10) sont plus strictement limitées relativement à l'area qu'elles occupent, et à la profondeur à laquelle elles vivent ; leur distribution concorde, en général, avec celle des espèces du genre *Actinometra*. Ces dernières n'ont été rencontrées que très rarement au delà de 365 mètres et pas encore au delà de 1500 mètres.

A l'état fossile, les premières Comatulidées, connues jusqu'ici, datent du lias moyen, elles se continuent, avec plus ou moins d'abondance, à travers tous les étages, mais c'est dans les mers actuelles qu'elles atteignent, de beaucoup, le maximum de leur développement.

Les genres, entre lesquels M. Carpenter répartit les espèces qui vivent dans les mers actuelles, sont au nombre de six.

1° *Thaumatocrinus*, H. Carpenter, remarquable par quelques-uns de ses caractères qui rappellent ceux des Paléocrinoïdes. Les pièces basales forment un anneau régulier ; sur quatre d'entre elles se trouve une pièce interradiale, et, sur la cinquième, du côté anal, repose une série de petites pièces. La partie centrale du disque est occupée par cinq grandes plaques. Une seule espèce provenant d'une profondeur de 1500 mètres.

2° *Atelecrinus*, H. Carpenter. La pièce centro-dorsale est glandiforme ; les pièces basales constituent un anneau complet. Les pièces radiales sont au nombre de trois pour chacune des cinq séries. Les six premiers articles brachiaux ne portent pas de pinnules. Trois espèces des

mers actuelles, dont deux découvertes par le *Challenger*. M. Carpenter estime que ce genre serait comme une forme larvaire permanente dans laquelle les pièces basales n'ont pas subi toutes leurs modifications.

3° *Eudiocrinus*, Carpenter (*Ophiocrinus*, Semper). Ce genre présente tous les caractères des *Antedon*, mais les espèces n'ont que cinq bras. Cinq espèces des mers actuelles, dont deux découvertes par le *Challenger*, une espèce fossile du néocomien de la Suisse.

4° *Antedon*, Fréminville. Pièce centro-dorsale hémisphérique ou conique. Cinq séries de trois pièces basales. Bras au nombre de dix et plus. La bouche se trouve au centre du disque. On en connaît 120 espèces des mers actuelles, dont 64 ont été découvertes par le *Challenger*. (Les collections en renferment encore qui ne sont pas décrites.) On connaît des espèces fossiles à peu près dans tous les étages depuis le lias moyen. Le grand nombre des espèces vivantes a engagé M. Carpenter à chercher à les diviser en groupes en se basant sur les syzygies, le nombre des bras, le nombre des articles distichaux. Ces groupes, commodes, pour la détermination, ne sauraient avoir la valeur de coupes génériques, ils présentent trop de caractères communs et trop de passages unissent les extrêmes; M. Carpenter, en les établissant, n'a point eu en vue, naturellement, les espèces fossiles, dont la presque totalité sont encore incomplètement connues. M. J. Bell a imaginé un moyen commode d'exprimer, par une formule, les caractères principaux de chaque espèce; il est toutefois certains cas dans lesquels il est difficile de l'appliquer.

5° *Actinometra*, Müller. Diffère des *Antedon* en ce que l'orifice buccal est dans une position excentrique sur le disque, au lieu d'être central; les gouttières ambulacraires

sont alors inégales au lieu d'être égales. On connaît actuellement 48 espèces vivantes, dont 15 ont été découvertes par le *Challenger*. Quelques espèces fossiles ont été décrites, mais il n'est pas toujours facile de classer un simple calice dans l'un ou l'autre de ces deux genres. M. Carpenter a fait un essai de division en groupes semblable à celui qu'il a tenté pour les *Antedon*.

6° *Promachocrinus*, Carpenter. Se distingue des autres genres de la famille des Comatulidées en ce que le calice possède dix séries de pièces radiales au lieu de cinq, chacune étant composée de trois pièces. Trois espèces vivantes découvertes par le *Challenger*.

Les descriptions de M. Carpenter sont traitées avec tout le soin possible et il a pris la peine très considérable de construire, pour chacun de ses genres et de ses groupes, une table analytique, au moyen de laquelle on peut arriver, sans trop de difficultés, à déterminer les espèces. Les déterminations sont aussi singulièrement facilitées par les nombreuses planches, fort bien exécutées, qui accompagnent les descriptions.

Une liste des stations de dragage des expéditions anglaises dans lesquelles on a recueilli des Comatulidées, avec l'énumération de celles-ci, ainsi qu'une série de tables bathymétriques, termine cet ouvrage remarquable, œuvre de l'un des auteurs qui connaissent le mieux les Crinoïdes, et, en tout cas, de celui qui a le plus étudié, sous toutes ses faces, l'histoire des Crinoïdes des mers actuelles. Ce livre est d'une importance capitale pour l'étude, non seulement des Comatulidées, mais des Crinoïdes en général.

P. de Loriol.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

J. Kiessling. Untersuchungen über Dämmerungserscheinungen, etc. 1 vol. in-4°, Hamburg und Leipzig, 1888.
Comittee of the Royal Society. The Eruption of Krakatoa. 1 vol. in-4°, London, 1888.

Ces deux superbes publications viennent d'apparaître en même temps et traitent le même sujet : l'éruption du volcan de Krakatoa au détroit de la Sonde, les 26 et 27 août 1883, et les phénomènes qui l'ont accompagné. Nous voulons indiquer ici le plan et l'intérêt de ces livres.

M. le Dr J. Kiessling, professeur au Johanneum de Hambourg, a depuis longtemps entrepris l'étude expérimentale et théorique des phénomènes optiques du crépuscule, et ses ingénieux appareils sont arrivés à reproduire les diverses phases lumineuses qui se succèdent à mesure que les rayons solaires traversent des couches de plus en plus épaisses de l'atmosphère en s'abaissant sur et sous l'horizon. Il a appliqué avec succès ses conclusions à l'explication des grandes illuminations qui ont apparu au firmament peu après l'éruption du Krakatoa, et qui se sont fait voir en Europe dès octobre 1883, feux crépusculaires et cercle de Bishof. Armé de l'expérience que lui donnaient ses recherches personnelles, il s'est attaché à faire l'histoire du phénomène, en suivant son développement successif dans les diverses régions du globe et dans les mois et années où on l'a vu se manifester avec une intensité décroissante. Il en a donné l'explication scientifique complète et la théorie. Puis il a recherché les

analogues historiques que les siècles écoulés pouvaient mettre en regard de l'apparition moderne, et la liste qu'il en a établie démontre d'une manière définitive l'origine volcanique des illuminations crépusculaires de 1883-84.

Avec l'appui de l'Académie des sciences de Berlin, M. Kiessling vient de publier ces travaux dans un beau volume grand in-4° de 172 pages, enrichi de cartes, gravures, et surtout de neuf superbes planches chromo-lithographiques d'après les aquarelles du prof. Pechuel-Lœsche; ces dernières sont la figuration la plus heureuse des grands feux crépusculaires de Krakatoa et de la curieuse couronne de diffraction qui restera connue dans l'histoire scientifique sous le nom de Cercle de Bishop.

La Société royale de Londres avait chargé, en janvier 1884, un comité de 13 membres de réunir les documents intéressant l'éruption de Krakatoa et les phénomènes qui l'ont accompagnée, et dont quelques-uns se sont manifestés sur l'ensemble du globe. Sous la présidence de M. G.-J. Symons, cette commission, composée de MM. Ralph Abercromby, Douglas Archibald, Bonney, Evans, Geikie, Judd, Norman Lockyer, Rollo Russell, Scott, Stokes, Strachey et Wharton, vient de présenter son rapport; il forme un beau volume grand in-4° de 494 pages, avec grand nombre de tableaux numériques, gravures, planches, lithographies et chromolithographies. Nous nous bornerons à indiquer la division de l'ouvrage.

Première partie. Phénomènes volcaniques de l'éruption de Krakatoa; nature et distribution des matières émises; par le prof. J.-W. Judd, président de la Société géologique. 56 pages.

Deuxième partie. Vague atmosphérique et ondes sonores, causées par l'éruption; par le général R. Strachey, président du Conseil météorologique. 31 pages.

Troisième partie. Vague océanique de transmission, causée par l'éruption; par les capitaines W.-J.-L. Wharton et F.-J. Évans, de la marine royale. 62 pages.

Quatrième partie. Phénomènes optiques de l'atmosphère, illuminations crépusculaires, couronne, soleil vert, etc.; par MM. F.-A. Rollo Russell et E. Douglas Archibald. 312 pages.

Cinquième partie. Phénomènes magnétiques et électriques qui ont accompagné l'éruption; par M. G.-M. Whipple, surintendant de l'Observatoire de Kew. 10 pages.

Analyser l'énorme masse d'observations, de valeurs numériques, de faits historiques anciens et modernes, de discussions et de théories réunies dans ce rapport, auquel ont contribué, de près ou de loin, l'ensemble des naturalistes du monde entier, dépasserait de beaucoup la place qui nous est réservée ici.

Disons seulement que les deux volumes que nous annonçons aujourd'hui, aussi bien celui dû à l'initiative privée du professeur de Hambourg que le rapport du Comité de la Société royale de Londres, sont dignes l'un et l'autre des manifestations imposantes des grandes forces de la nature auxquelles notre génération a assisté, et qu'ils resteront l'un et l'autre des monuments importants de l'activité scientifique de la fin du XIXme siècle. F.-A. F.

CHIMIE

R. Nietzky et Friedrich Schmidt. Dioxyquinone et tetroxybenzol. (*Berichte,* XXI, p. 2374. Bâle.)

Si l'on dissout la dimidorésorcine de Typke dans dix parties d'une solution de potasse à 10 $^{0}/_{0}$ et chauffe à 70° jusqu'à ce que la couleur paraisse franchement jaune lorsqu'on acidifie, il se forme de la dioxyquinone $C_6H_2(OH)_2O_2$ peu soluble dans l'eau, bien dans l'alcool; comme par l'oxydation nitrique il se forme de l'acide nitranilique, les hydroxyles doivent se trouver dans la position para. Une dissolution acide de chlorure d'étain transforme la dioxyquinone en tétroxybenzol $C_6H_2(OH)_4$, feuilles brillantes fusibles à 215-220°, solubles dans l'eau et qui s'oxydent rapidement à l'air libre. Les combinaisons décrites par Lœwy (*Berichte,* XIX, p. 2385) ne sont pas identiques; il y a là probablement un cas de desmotropie dans lequel les deux modifications sont stables.

A. Hantzsch. Produits de décomposition des acides chlor et bromaniliques. (*Berichte*, XXI, p. 2421. Zurich.)

Lorsqu'on traite les acides aniliques par le chlore ou le brome en solutions alcalines on n'obtient pas comme pour le phénol, un acide gras mais des produits d'addition de la formule générale $C_6(OH)_2O_2X_4$ qui avec les alcalis forment des combinaisons dont on ne peut plus isoler l'acide anilique; leur formule est $C_6H_3X_3O_5$ (X=halogène); ils se forment probablement de la manière suivante :

```
      COH—CO                                 CO—COOH
     /      \                               /       \
CX2          CX2  —HX+H2O=CXH          CHX2   =
     \      /                               \       /
      CO—COH                                 CO—CO

                    C(OH)—COOH
                   / \
              = CHX   CX2
                 |     |
                 CO—CO
```

L'auteur cherche à prouver cette formule et décrit plusieurs nouvelles substances dérivant des acides aniliques substitués.

H. Brunner et Philippe Chuit. Formation de dichroïnes par l'action de l'eau régale et de l'eau régale bromée sur les phénols. (*Berichte*, XXI, p. 2479. Lausanne.)

Ces chimistes ont obtenu avec la résorcine dans des conditions déterminées de proportion et de concentration d'acides, une matière colorante qui a pour formule $C_{66}H_{48}N_3O_{18}Cl$, c'est une masse violette à éclat métallique, soluble dans l'eau avec une couleur violette, dans les alcalis avec une couleur d'un bleu pur et une fluorescence brune. On peut en obtenir un dérivé huit fois acétylé. L'orcine traitée de même ne donne que le dérivé chloré de l'α orcinedichroïne $C_{21}H_{20}ClNO_6$ déjà décrit par Reymann. Si l'on

emploie une eau régale bromée, on obtient avec la résorcine le corps $C_{48}H_{35}BrN_2O_{13}$ matière colorante bleue dont le dérivé hexa-acétylé fusible à 120° est rouge-orange; les auteurs avaient déjà précédemment obtenu par la même réaction une mono-α-dirésorcinedichroïne $C_{36}H_{27}BrO_{11}$. Avec l'orcine l'eau régale bromée donne l'éther de la mono-α-tétraorcinedichroïne $C_{48}H_{27}(CH_3)_8BrN_2O_{13}$ à côté de l'α-orcine dichroïne monobromée $C_{21}H_{20}BrNO_6$ toutes deux matières colorantes. Avec les naphtols on n'obtient point de dichroïnes, mais bien avec le thymol, la dyphénylamine et le phénol et l'eau régale chlorée; avec l'eau régale bromée on n'obtient que des produits nitrés, qui ne sont pas des matières colorantes.

A. Hantzsch et G. Popp. Thiazol. (*Berichte,* XXI, p. 2582. Zurich.)

On a déjà obtenu des homologues du thiazol 1° par la condensation de thioamides avec des corps de la formule CHCl—CO, par exemple avec la chloracétone et 2° par la réduction des oxythiazols au moyen de la poussière de zinc; une troisième méthode permet d'arriver au thiazol lui-même, c'est en traitant les amidothiazols par l'acide nitreux; les combinaisons diazoïques qui se forment sont décomposées par la cuisson en présence d'alcool; on obtient le corps

```
CH—S
||   |
CH  CH
  \ //
   N
```

ce thiazol a la même odeur que la pyridine, bout presque à la même température, mais ses sels sont différents.

A. Grete. Détermination de l'acide phosphorique par l'acide molybdique en solution titrée. (*Berichte*, XXI, p. 2762. Zurich.)

L'acide phosphorique forme avec l'acide molybdique en

présence d'un peu de gélatine une combinaison insoluble qui se dépose bien. L'auteur a basé là-dessus une méthode d'analyse quantitative par solutions titrées qui paraît donner de bons résultats moyennant certaines précautions à prendre.

BOTANIQUE

J.-B. Schnetzler. Sur un cas de germination de *Ranunculus aquatilis L.* (*Bulletin de la Société vaudoise,* vol. XXIV, novembre 1888, p. 28.)

De la vase très compacte prise dans le bord du lac de Bret, en automne 1887, fut placée dans un bocal au fond duquel elle formait une couche de 5 centimètres d'épaisseur; au-dessus de cette vase se trouvait une couche d'eau de 30 centimètres.

Au mois de novembre, on vit sortir de la vase des racines blanches qui atteignaient une longueur de 3 cm.; elles se dirigeaient toutes de bas en haut, c'est-à-dire elles présentaient la direction prise sous l'influence d'un géotropisme négatif. La tigelle restait enfermée dans les téguments de la graine, qui, examinée à la loupe, montrait l'aspect de celle de la Renoncule aquatique. La température moyenne de la chambre était de 10° C. En enlevant délicatement ces racines avec la graine et en les plaçant dans un tube contenant de l'alcool (60 °/₀), il se formait autour de la graine ouverte une masse floconneuse d'un blanc grisâtre qui, examinée au microscope, se composait entièrement de lamelles cristallines dont les arêtes apparaissaient au foyer sous forme de fines aiguilles. Ces lamelles, ordinairement rayonnantes autour d'un point central, étaient de la Leucine (voir Dr Otto Funke, Atlas der physiologischen Chemie. Taf. III, fig. 6). La Leucine qui me fut donnée par mon savant collègue, M. le prof. H. Brunner, était identique avec celle provenant de la graine de *Ranunculus aquatilis.*

On sait aujourd'hui que les matières albumineuses des cotylédons et de l'endosperme des graines se dissocient pendant

la germination en amides et amidoacides (Asparagine, Tyrosine, Leucine, Glutamine), qui passent à l'état soluble dans les cellules de l'embryon, où, en présence d'hydrates de carbone, ils reconstituent les matières albumineuses.

Jusqu'à présent on a surtout trouvé l'Asparagine en quantité considérable chez les plantes supérieures. La Leucine, qui se trouve dans le cerveau, le foie, les poumons, dans du fromage en décomposition (Kâse oxid.), etc.[1], n'a guère été constatée chez les plantes supérieures[2].

Pfeffer (Pflanzenphysiologie, I. B., p. 294, 1881) dit : Il n'est pas encore constaté que la Leucine et la Tyrosine se trouvent généralement dans les plantes supérieures.

La présence de la Leucine, qui s'est formée en quantité considérable pendant la germination des graines de *Ranunculus aquatilis,* nous fait connaître le cas d'une plante supérieure où nous trouvons cet amide.

[1] M. le prof. Bischoff a trouvé une quantité très considérable de Leucine dans les intestins d'une personne morte à la suite d'un empoisonnement avec de l'arsenic.

[2] Voir Reinke, Lehrbuch der allgemeinen Botanik, p. 77, 1880.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 20 décembre 1888.

H. Girard. Sécrétion du suc gastrique actif. — E. Ador. Analyse de l'oxyde de carbone contenu dans l'air d'une chambre. — Aug. Wartmann. Éclair en boule. — E. Gautier. Analyse de divers travaux.

M. le Dr Hénri Girard a fait récemment dans le laboratoire de M. le prof. Schiff, sur un chien porteur d'une fistule stomacale, une série de recherches *sur la sécrétion du suc gastrique actif.*

Plusieurs physiologistes croient encore que l'irritation mécanique de la muqueuse, due au contact de substances alimentaires ou de corps étrangers introduits dans l'estomac, est l'unique facteur de la sécrétion du suc gastrique.

Or M. Schiff a établi, il y a environ trente ans, que les corps étrangers n'attirent dans la cavité stomacale que du mucus ou un liquide acide plus ou moins complètement inactif, et que la sécrétion d'un suc gastrique, riche en pepsine réclame, comme condition préliminaire indispensable, l'absorption dans l'estomac ou dans le gros intestin, ou l'injection directe dans le torrent de la circulation, de matériaux alimentaires comme la dextrine, la gélatine, les peptones, le pain, le lait. Il est probable d'ailleurs que ces substances, que Schiff a appelées *peptogènes,* ne produisent pas directe-

ment de la pepsine, mais contribuent à la transformation en pepsine d'un autre corps préformé, qui se trouve toujours déposé dans les glandes stomacales et auquel il a donné le nom de *propepsine*.

La théorie de la *peptogénie* a rencontré longtemps, particulièrement auprès des physiologistes de l'école de Breslau, M. Heidenhain et ses élèves, une vive opposition, aujourd'hui moins ardente et moins convaincue.

M. Girard a contrôlé de la façon la plus simple possible et seulement dans des digestions artificielles *in vitro*, l'action des substances dites peptogènes.

La question qu'il s'est efforcé de résoudre à nouveau est celle-ci : l'absorption de matériaux alimentaires dans le gros intestin détermine-t-elle dans l'estomac vide une sécrétion de suc gastrique actif? ou en d'autres termes : l'activité des glandes pepsiques est-elle autre lorsque le sang est chargé de principes nutritifs que lorsque l'animal est à jeun?

Il a analysé aussi exactement que possible le contenu de l'estomac avant et après l'injection dans le rectum de solutions aptes à produire une action peptogénique.

Il communique le résumé de très nombreuses expériences, desquelles il résulte :

1° que le suc gastrique d'un animal privé de toute nourriture depuis 16 à 20 heures est très pauvre en pepsine et n'a sur l'albumine coagulée qu'une action digestive à peine appréciable;

2° que l'absorption de matériaux alimentaires dans le gros intestin a sur la composition du suc gastrique et sur son pouvoir digérant une influence indéniable.

En poursuivant ses recherches, M. Girard a voulu voir comment se comporte le sel de cuisine, dont on connaît l'importance dans les actes physiologiques. Les résultats obtenus diffèrent de ceux qu'a publiés M. Herzen (*La digestion stomacale,* Lausanne 1886); l'injection rectale d'une petite dose de chlorure de sodium a été dans presque tous les cas bientôt suivie de la sécrétion abondante d'un suc gastrique riche en acide chlorhydrique et en pepsine.

En terminant M. Girard émet l'opinion que la théorie de la

peptogénie survivra à toutes les attaques des *mécanistes* orthodoxes.

M. Émile Ador parle des essais qu'il a faits en vue de reconnaître dans quelle mesure on peut constater la présence de faibles traces d'*oxyde de carbone dans l'air d'une chambre.*

Il ressort de recherches faites dans le laboratoire de M. Ador qu'en faisant passer sur de l'acide iodique chauffé à 150° un courant d'air renfermant $^1/_{100000}$ d'oxyde de carbone, on peut au bout de 20 minutes et pour une consommation de 10 litres d'air, reconnaître la présence de ce gaz par l'action de l'iode libéré sur l'amidon. Pratiquement dans des analyses d'air on ne pourrait guère déceler des proportions plus faibles d'oxyde de carbone au moyen de cette réaction.

M. le Dr Aug. Wartmann fait la communication suivante *sur un coup de foudre en boule.*

Le 2 octobre 1888, depuis 2 heures et demie de l'après-midi jusqu'au lendemain à 4 h. du matin, il s'est déchaîné sur le canton de Genève un orage remarquable par sa durée, par la quantité d'eau tombée, qui en faisant déborder plusieurs rivières a causé des dégâts considérables, et, enfin, par la fréquence des décharges électriques. Les effets de la foudre se sont fait sentir en plusieurs endroits, en particulier à Annemasse, où une maisou a été incendiée, à Versoix, à Veyrier, à Lancy, au Grand-Saconnex, etc[1].

Je me rendais en voiture de Versoix à Genthod à 6 heures et demie du soir. A l'entrée du chemin de Malagny j'entendis le cocher dire qu'il ne savait plus où il se trouvait, car il était complètement ébloui par les éclairs dont la lueur était si intense que dans leur intervalle, l'œil fatigué ne pouvait plus distinguer la route, malgré la lumière fournie par les deux lanternes de la voiture munies de bons réflecteurs. Je montai sur le siége et pris les chevaux en main. A peine avions-nous dépassé la principale entrée de la campagne de

[1] *Archives* du 15 déc. 1888, p. 581. Observations de M. le prof. J.-L. Soret et de M. Ed. Sarasin.

M. le Dr Marcet que j'eus l'impression d'une lueur très vive et persistante derrière moi. Croyant à un incendie je tournai la tête et vis à environ trois cents mètres un globe de feu pouvant avoir quarante centimètres de diamètre, qui cheminait dans notre direction à une vingtaine de mètres au-dessus du sol avec la rapidité du vol d'un oiseau de proie et sans laisser de trace lumineuse derrière lui. Au moment où cette boule nous dépassait à une distance de quatre-vingts mètres à notre droite elle éclata avec une détonation formidable et il me sembla qu'il s'en échappait plusieurs traits de feu. Nous ressentîmes une violente secousse et nous restâmes complètement aveuglés pendant plusieurs secondes. Quand je pus de nouveau distinguer quelque chose, je vis que les chevaux s'étaient mis à angle droit avec la voiture, le poitrail dans la haie, les oreilles basses, montrant les signes d'une vive frayeur. Le lendemain je retournai examiner le champ au-dessus duquel cette boule avait éclaté, mais je ne pus découvrir aucun vestige du phénomène. A une centaine de mètres de cet endroit je remarquai qu'un groupe de trois arbres situés à la lisière d'un bois en pente aboutissant à un torrent avaient leurs branches supérieures entièrement grillées, mais rien n'indique que ce fût en rapport avec le coup de foudre que j'ai observé.

A la même heure et à une distance d'un kilomètre et demi de là, le nommé B. fermier chez M. le Dr V. F., à Valavran revenait de porter du lait dans une maison du voisinage. Il fut tout à coup enveloppé d'une lueur violette; il entendit au même instant une forte détonation et fut projeté sur le gazon mouillé à trois mètres hors du chemin. Au bout d'un moment il se releva très ému, mais sans aucun mal. Je suis allé le voir, et j'ai constaté qu'un bidon de fer-blanc qu'il avait gardé à la main, qu'un couteau et quelques pièces de monnaie qui se trouvaient dans sa poche, n'avaient subi aucune modification.

Le colonel E. Gautier signale la publication d'un nouveau journal astronomique paraissant à Berlin sous le titre de *Himmel und Erde.* Son rédacteur en chef est M. le Dr W. Meyer, ancien membre de la Société de Physique, aujour-

d'hui directeur d'une institution récemment créée à Berlin sous le nom d'*Urania* et destinée à répondre aux besoins d'instruction du public amateur d'astronomie. Un bâtiment de grandes dimensions a été élevé à cet effet, contenant des instruments importants, avec les locaux nécessaires pour leur fonctionnement, salles de conférences, bibliothèque, etc.

Les débuts du journal ont été surtout remarquables par l'insertion de trois articles dus à la plume d'un des astronomes les plus éminents de notre époque, M. le prof. Schiaparelli de Milan, et renfermant un résumé de ses travaux sur la planète Mars. L'étude de cet astre, l'une des plus délicates et des plus malaisées de l'astronomie physique, y est décrite magistralement, en laissant irrésolus divers problèmes des plus abstrus, relatifs à ses apparences. Un temps encore long sera nécessaire pour les élucider au moyen des instruments puissants de la science moderne, les périodes favorables à l'observation se succédant à intervalles éloignés, correspondant aux oppositions de la planète.

Séance du 3 janvier 1889.

C. Soret. Sur les aluns de thallium. — L. Duparc et Al. Le Royer. Essais sur les diaclases produites par torsion. — A. Rilliet. Publication des mémoires de la Société. — L. de la Rive. Analyse de divers travaux.

M. Ch. Soret expose quelques recherches faites en collaboration avec M. L. Duparc, pour fixer le *poids spécifique de l'alun d'aluminium et thallium*. La valeur 2.257 adoptée dans un travail antérieur paraissait être trop faible; elle conduit à un volume moléculaire plus grand que celui de l'alun d'aluminium et ammonium, contrairement à ce qui semble avoir lieu dans les autres séries d'aluns. De nouvelles déterminations faites sur 11 cristaux, choisis comme particulièrement limpides et homogènes, ont donné en effet un poids spécifique de 2.329 tout à fait conforme à ce que l'analogie faisait prévoir.

MM. L. Duparc et Alex. Le Royer font la communication suivante :

Essais sur les diaclases produites par torsion. M. Daubrée [1] se basant sur la symétrie de certaines fractures naturelles pensa pouvoir les expliquer par des phénomènes de torsion.

Ces fractures sont parallèles à deux directions principales se coupant sous un angle voisin de 90°, formant un réseau nommé joint par les géologues anglais et diaclase par M. Daubrée. Il chercha à reproduire expérimentalement ce phénomène en gauchissant des plaques de verre fixées à la partie inférieure et pincée à la partie supérieure dans un tourne-à-gauche. Il obtint ainsi un système de cassures parallèles à deux directions principales inclinées de 45° environ sur l'axe de torsion semblable en beaucoup de points à ce qui est observé dans la nature. Désirant pour une étude géologique postérieure nous appuyer sur ces expériences, nous avons pensé éviter certaines objections qu'on aurait pu faire en reprenant et complétant cette étude.

L'appareil installé par nous consiste en un banc de tour dont la poupée mobile a été remplacée par un support à plaque horizontale. L'arbre du tour porte à son extrémité un coulisseau à 10 vis (5 supérieures et 5 inférieures). La poulie est remplacée par une roue dentée s'engrenant sur un pignon. Sur l'arbre du tour et l'arbre du pignon sont calés des leviers. Le pignon peut être embrayé et désembrayé à volonté suivant la résistance des matériaux. La force est exercée par une vis à écrou mobile tirant une cordelette fixée par l'intermédiaire d'un dynanomètre à l'extrémité du levier. La plaque est pincée à une de ses extrémités dans le coulisseau et à l'autre fixée sur le plateau horizontal par des pinces à vis, en ayant soin de maintenir l'axe de torsion dans le plan de la plaque. Le serrage des vis s'effectue par l'intermédiaire de bandes de bois. L'appareil permet donc de varier les systèmes de serrage, d'exercer la force de torsion aussi lentement qu'on le désire, et d'avoir toujours l'axe de torsion dans le plan de la glace, conditions qui n'étaient pas réalisées

[1] Étude synthétique de géologie expérimentale, 1879.

dans le dispositif de M. Daubrée. Pour éviter les éclats, nous avons collé les plaques sur des bandes de mousseline.

Résultats. 1° Vérification de l'influence du contour.

Dans ce but nous avons expérimenté sur des plaques de contours différents. Nous avons toujours obtenu le système réticulé dont l'axe de torsion est la bisectrice des 2 directions principales. Une fissure part toujours de la ligne de moindre résistance. Ces diaclases sont généralement inclinées sur l'horizontal et le sens de l'inclinaison varie dans une même fissure. Le nombre des fissures produites ne dépend pas du contour de la plaque par comparaison avec des plaques de contour rectangulaire de même grandeur et de même épaisseur.

2° Vérification de l'influence des points de fixation.

Nous avons commencé par tordre des plaques fixées par deux points situés à l'extrémité de l'axe de torsion. D'une manière générale nous avons obtenu le même réseau, mais fréquemment le système s'est borné à deux cassures orientées comme les réseaux. En second lieu les plaques ont été fixées par deux points situés à l'intérieur de la plaque. Entre les deux points de fixation, même système que précédemment en arrière des points une série de fissures en éventail légèrement incurvées. Nous avons fixé les plaques dans toute l'étendue de leurs côtés opposés. Le système réticulé est toujours le même mais plus beau.

3° Influence des dimensions.

Pour vérifier cette influence nous avons tordu des plaques de même épaisseur et rectangulaires, ayant les dimensions (a, b) $\left(a, \frac{b}{2}\right)$ $\left(\frac{a}{2}, b\right)$ $\left(\frac{a}{2}, \frac{b}{2}\right)$. Le phénomène ne semble pas avoir subi de modifications importantes. Les plaques étant fixées par les bases b : les plus riches en cassures étaient de dimension $\left(\frac{a}{2}, b\right)$.

4° Influence de l'épaisseur.

Des plaques de même dimension et contour, à épaisseurs variables furent expérimentées.

Le phénomène nous paraît plus net avec les faibles épaisseurs, mais les diaclases sont moins nombreuses. Dans les

plaques épaisses le phénomène est très riche. La régularité des diaclases quoique en étant toujours la même est moins patente que précédemment. Nous avons remarqué plusieurs groupements de fissures en éventail dont l'origine nous paraît toujours être située du même côté de la plaque.

5° Il nous semble que les deux systèmes de fissures ne sont pas concommitantes, faits que nous espérons mettre en évidence au moyen de la photographie.

Ces observations ont été faites dans les laboratoires de minéralogie de l'Université de Genève; les auteurs se réservent de continuer leurs expériences et d'en tirer des conclusions applicables à certains phénomènes géologiques des chaînes de nos environs.

M. Alb. Rilliet, secrétaire du comité de publication, présente la 1re partie du tome XXX des *Mémoires de la Société* qui vient de paraître, ce demi-volume contient :

Rapport du Président de la Société pour l'année 1887, par M. Victor Fatio.

Bulletin bibliographique. Liste des ouvrages reçus par la Société du 1er janvier 1887 au 1er juillet 1888.

Tableau des membres de la Société au 1er décembre 1888.

1. Additamenta ad Prodromum œdipodiorum insectorum ex ordine orthopterorum, auctore Henrico de Saussure.
2. Matériaux pour l'étude stratigraphique et paléontologique de la province d'Angola, par MM. Paul Choffat et P. de Loriol.
3. Pyrenocarpeæ Feeanæ in Féei Essai (1824) et Supplément (1837) editæ e novo studio speciminum originalium expositæ et in novam dispositionem ordinatæ, auctore Dr J. Müller.
4. Sur la composition des sensations et la formation de la notion d'espace, par M. L. de la Rive.

M. L. de la Rive rend compte de la visite qu'il a faite récemment aux frères Henry dans le pavillon de l'Observatoire de Paris où ils exécutent leurs remarquables photographies du ciel étoilé.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

DÉCEMBRE 1888

Le 2, très faible gelée blanche le matin.
3, très forte gelée blanche et givre le matin ; gelée blanche à 10 h. soir.
4, très forte gelée blanche le matin ; brouillard enveloppant pendant tout le jour.
5 et 6, brouillard pendant tout le jour, enveloppant le matin et le soir.
7 et 8, brouillard continu.
9, brouillard tout le jour, enveloppant depuis 4 h. soir ; les jetées ne sont plus visibles depuis ce moment.
10, brouillard à 9 h. soir.
11, forte bise jusqu'à 10 h. matin.
15, brouillard pendant la majeure partie de la journée.
16, forte gelée blanche le soir.
17, très forte gelée blanche le matin ; brouillard à 9 h. soir.
18, brouillard enveloppant pendant tout le jour.
19, brouillard tout le jour, enveloppant jusqu'à 1 h. soir.
20, brouillard jusqu'à 7 h. matin et depuis 7 h. soir.
21, brouillard pendant la majeure partie de la journée.
22, brouillard enveloppant jusqu'à 7 h. matin.
23, légère gelée blanche le matin ; brouillard jusqu'à 10 h. matin.
24, brouillard depuis 9 h. soir.
25, fort vent dans la nuit.
27, très forte gelée blanche le matin ; brouillard depuis 10 h. matin.
28, forte gelée blanche le matin.
29, brouillard pendant tout le jour.
30, brouillard jusqu'à 7 h. soir.
31, brouillard jusqu'à 10 h. matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 5 à 10 h. matin	736,70	Le 7 à 5 h. matin	733,36
8 à 11 h. soir	736,41	10 à 4 h. soir	729,59
14 à 10 h. matin	736,69	15 à 3 h. soir	733,02
17 à 9 h. matin	735,90	22 à 8 h. matin	710,61
27 à 10 h. matin	730,22	30 à 2 h. soir	722,85

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Ecart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation. Minim.	Fract. de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Ecart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim	millim	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.				+ °	°	cm
1	725,27	− 1,47	721,42	731,02	+ 6,37	+ 4,12	+ 4,5	+ 9,3	716	−134	620	780	3,0	1	SSO. 1	0,85	9,2	+1,3	154,0
2	733,16	+ 6,38	731,35	734,36	+ 3,55	+ 1,43	− 0,2	+ 7,9	809	− 42	630	950	...	...	S. 1	0,00	...	.....	155,0
3	734,07	+ 7,25	733,29	734,71	+ 1,26	− 0,74	− 3,6	+ 9,0	830	− 22	560	1000	...	...	S. 1	0,00	9,0	+1,3	156,0
4	735,29	+ 8,43	734,30	736,28	− 1,33	− 3,21	− 3,3	− 0,2	975	+123	940	1000	...	...	SSO. 1	1,00	8,0	+0,4	154,0
5	736,06	+ 9,46	735,23	736,70	− 0,89	− 2,65	− 2,1	+ 0,3	955	+102	910	980	...	...	SSE. 1	1,00	7,8	+0,3	156,2
6	734,68	+ 7,74	733,67	736,15	− 1,54	− 3,19	− 3,2	− 0,2	957	+103	940	990	...	...	variable	1,00	7,7	+0,3	154,3
7	734,18	+ 7,20	733,36	735,52	− 1,43	− 2,97	− 2,7	− 0,5	936	+ 82	880	960	...	...	variable	1,00	7,7	+0,4	154,8
8	735,89	+ 8,87	735,57	736,41	− 1,65	− 3,08	− 3,7	− 0,3	949	+ 94	920	970	...	...	S. 1	1,00	7,3	+0,1	154,5
9	734,82	+ 7,76	733,09	736,31	− 2,26	− 3,58	− 3,9	− 1,6	953	+ 97	920	980	...	...	SO. 1	1,00	...	.....	155,0
10	730,91	+ 3,81	729,59	732,89	+ 1,46	+ 0,24	− 2,5	+ 9,5	891	+ 35	810	940	...	...	S. 1	0,28	7,5	+0,4	154,0
11	730,93	+ 3,79	730,20	732,36	+ 2,36	+ 1,24	− 0,5	+ 3,8	734	−123	660	880	...	...	NNE. 1	0,95	7,5	+0,5	155,5
12	733,54	+ 6,36	732,34	735,71	+ 0,49	− 0,53	− 0,2	+ 2,0	700	−158	640	720	...	...	variable	0,93	7,0	+0,1	154,9
13	735,58	+ 8,36	735,21	736,36	− 0,17	− 1,10	− 2,2	+ 1,7	760	− 98	670	860	...	...	ENE. 1	1,00	7,0	+0,2	153,1
14	735,75	+ 8,49	735,05	736,69	− 0,84	− 1,68	− 2,1	+ 1,2	839	− 20	790	900	...	...	variable	1,00	7,0	+0,3	152,9
15	734,32	+ 7,02	733,02	735,67	− 1,34	− 2,09	− 3,0	+ 0,9	877	+ 18	790	940	...	...	E. 1	0,98	7,0	+0,4	151,9
16	734,37	+ 7,03	733,80	735,14	− 1,68	− 2,35	− 4,6	+ 2,6	865	+ 5	610	950	...	...	E. 1	0,47	...	.....	150,0
17	734,83	+ 7,46	734,49	735,90	− 2,34	− 2,93	− 6,3	+ 0,8	891	+ 31	820	940	...	...	ESE. 1	1,00	6,5	0,0	149,7
18	733,37	+ 5,96	732,79	733,84	− 2,54	− 3,05	− 4,9	− 1,1	956	+ 95	920	980	...	...	S. 1	1,00	6,5	+0,1	148,2
19	730,24	+ 2,79	726,97	733,17	− 2,24	− 2,68	− 3,8	− 1,3	974	+113	940	1000	...	...	SSO. 1	1,00	6,5	+0,2	149,5
20	724,17	− 3,31	722,76	726,72	+ 0,35	− 0,02	− 3,0	+ 6,0	919	+ 57	820	970	...	...	variable	0,63	6,5	+0,3	147,7
21	718,73	− 8,79	713,46	723,01	+ 1,04	+ 0,74	− 1,0	+ 2,7	956	+ 94	930	980	...	...	ESE. 1	0,98	6,5	+0,3	149,6
22	713,07	−14,49	710,61	714,26	+ 1,42	+ 1,18	− 1,2	+ 3,6	957	+ 94	930	970	...	...	SSO. 1	1,00	6,6	+0,5	148,0
23	717,09	−10,50	712,37	722,85	+ 1,94	+ 1,76	− 1,3	+ 8,0	940	+ 77	830	1000	9,1	6	SE. 1	0,45	...	.....	148,3
24	725,10	− 2,52	723,41	726,41	+ 5,19	+ 5,07	− 0,2	+12,2	768	− 95	500	880	0,1	...	variable	0,40	7,0	+1,0	148,8
25	725,82	− 1,83	724,21	726,68	+ 7,52	+ 7,45	+ 3,1	+13,2	701	−163	530	800	...	...	SSO. 1	0,75	...	.....	149,0
26	726,91	− 0,77	725,40	729,64	+ 6,45	+ 6,43	+ 2,0	+ 8,7	881	+ 17	810	930	0,0	...	SSO. 1	0,67	7,5	+1,7	149,0
27	729,01	+ 1,30	727,69	730,22	+ 0,50	+ 0,53	− 1,7	+ 3,7	949	+ 85	900	1000	12,3	13	S. 1	0,83	7,1	+1,3	148,0
28	725,57	− 2,16	724,28	727,47	+ 1,09	+ 1,16	− 3,0	+ 5,7	899	+ 34	810	1000	...	...	variable	0,55	7,0	+1,3	148,7
29	723,91	− 3,85	723,15	724,83	+ 1,94	+ 2,05	+ 0,5	+ 3,0	913	+ 48	890	950	1,5	2	ESE. 1	1,00	7,0	+1,3	150,0
30	723,77	− 4,01	722,85	724,63	+ 1,20	+ 1,35	0,0	+ 2,3	926	+ 61	880	960	...	...	ESE. 1	0,85	...	.....	150,0
31	725,83	− 1,97	724,70	726,76	+ 0,23	+ 0,41	− 1,5	+ 3,6	955	+ 90	920	980	...	...	variable	0,97	7,0	+1,5	148,8
Mois	729,56	+ 1,60			+ 0,78	− 0,02			882	+ 17						0,79	7,26	+0,65	151,59

MOYENNES DU MOIS DE NOVEMBRE 1888.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	733,22	733,14	733,38	733,91	733,13	733,05	733.65	733 99
2e »	733,12	732,88	732,99	733,40	732,31	732,09	732,34	732,55
3e »	722,86	722,85	723,06	723,65	723,02	723,11	723,38	723,39
Mois	729 51	729,40	729,59	730,10	729,28	729,21	729,58	729,76
Température.								
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 0,21	— 0,64	— 0,94	+ 0,65	+ 2,63	+ 1,70	+ 0,23	— 0,58
2e »	— 1,17	— 1,66	— 1,70	— 0,81	+ 0,77	+ 0,09	— 0,76	— 1,11
3e »	+ 1.82	+ 1,58	+ 1,37	+ 2,60	+ 5,30	+ 3.90	+ 2,44	+ 1,73
Mois	+ 0,20	— 0,18	— 0,37	+ 0,87	+ 2,98	+ 1,96	+ 0,69	+ 0,07
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	924	942	939	852	831	851	905	933
2e »	883	891	872	838	772	826	854	876
3e »	921	930	927	875	828	848	906	925
Mois	910	921	913	855	811	842	889	912

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre
	0	0	0		mm	cm
1re décade	— 2,07	+ 3,32	+ 8,03	0,71	3,0	154,78
2e »	— 3,06	+ 1,66	+ 6,83	0,90	—	151.34
3e »	— 0,39	+ 6,06	+ 6,96	0,77	23,0	148.93
Mois	— 1,79	+ 3,76	+ 7,26	0,79	26,0	151,59

Dans ce mois l'air a été calme 7,5 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,47 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 33°,0 E. et son intensité est égale à 31,6 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE DÉCEMBRE 1888.

Le 1er, neige de 4 h. à 7 h. du soir.

10, brouillard par une forte bise depuis 10 h. du soir.

21, très fort vent depuis 1 h. soir; neige à 10 h. matin et à 7 h. soir; elle est emportée par le vent et sa hauteur ne peut être mesurée; brouillard à 4 h. soir et depuis 10 h. du soir.

22, brouillard jusqu'à 7 h. m.; fort vent jusqu'à 1 h. soir et depuis 7 h. soir; neige depuis 1 h. soir.

23, très fort vent tout le jour; brouillard jusqu'à 10 h. du m. et depuis 4 h. soir.

24, brouillard jusqu'à 7 h. du matin.

26, neige jusqu'à 7 h. soir; brouillard depuis 10 h. du soir.

27, brouillard jusqu'à 7 h. du matin.

28, fort vent jusqu'à 7 h. du matin; brouillard à 7 h. soir; neige depuis 10 h. soir.

29, brouillard tout le jour.

30, fort vent jusqu'à 7 h. du matin et à 1 h. du soir; légère neige à 7 h. du matin; brouillard depuis 10 h. du matin.

31, brouillard jusqu'à 10 h. du matin et de 4 h. à 7 h. du soir.

REMARQUE. Le violent vent du 21 a emporté le thermomètre à maxima, de sorte que les maxima de température manquent depuis cette date; ils ont été remplacés par le maximum des 6 observations diurnes.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM

	mm
Le 5 à 7 h. soir	571,23
8 à 11 h. matin	570,25
14 à 11 h. matin	569,88
17 à 11 h. matin	569,75
26 à minuit	564,10
31 à 11 h. matin	565,03

MINIMUM.

	mm
Le 6 à 4 h. soir	569,04
11 à 6 h. matin	562,70
16 à 6 h. matin	567,30
22 à 9 h. matin	552,70
28 à 4 h. soir	561,21

SAINT-BERNARD. — DÉCEMBRE 1888.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent		Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum absolu.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.	dominant.		
	millim.	millim	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim				
1	560,17	— 1.78	558,10	563.97	— 8,55	— 1,83	—10,4	— 5,2	70	6,5	....	NE.	1	0,42
2	566,72	+ 4,79	564,20	568,15	— 5,50	+ 1,30	—10,0	— 1,8	.....	.....	....	NE.	1	0,00
3	568,69	+ 6,78	568,08	569.27	— 2 57	+ 4.31	— 5,0	+ 0,2	.....	.....	....	NE.	1	0,00
4	570,01	+ 8,12	569.35	570,85	— 1,44	+ 5,52	— 3,0	+ 2,0	.....	.....	....	NE.	1	0,00
5	571,10	+ 9,23	570.80	571.23	— 0,39	+ 6 65	— 2,4	+ 2,6	.....	.....	....	NE.	1	0,00
6	569,89	+ 8.04	569,04	571,20	— 2,05	+ 5,07	— 4,6	+ 1,4	.....	.....	....	NE.	1	0.00
7	569,57	+ 7,75	569,28	569,85	— 3.92	+ 3.29	— 5,2	— 1,6	.....	.....	....	SO.	1	0,00
8	570,07	+ 8,27	569,94	570,25	— 2,85	+ 4,44	— 4,2	0,0	.....	.....	....	SO.	1	0,00
9	568,89	+ 7,11	567,20	570,15	— 3,54	+ 3,83	— 5,4	— 2,2	.....	.....	....	NE.	1	0,08
10	565,12	+ 3,36	563,36	567,23	— 6,97	+ 0,47	— 9,0	— 4,8	.....	.....	....	NE.	1	0,32
11	563,24	+ 1,50	562,70	563,80	— 8,17	— 0,66	— 9,2	— 5,5	.....	.....	....	NE.	1	0 00
12	565,09	+ 3,37	563 90	566,50	— 5,95	+ 1,63	— 9,0	— 3,2	.....	.....	....	NE.	1	0,02
13	567,81	+ 6,11	566.50	569.70	— 6.59	+ 1,06	— 8,5	— 3,4	.....	.....	....	SO.	1	0,00
14	569,52	+ 7,84	569,24	569,88	— 8,47	— 0,75	—10,4	— 6,2	.....	.....	....	SO.	1	0 05
15	568.26	+ 6,60	567,65	569,45	— 7,45	+ 0,33	— 9,2	— 4,5	.....	.....	....	SO.	1	0,33
16	567,88	+ 6.24	567,30	568,85	— 3,67	+ 4,17	— 6.8	+ 1,0	.....	.....	....	NE.	1	0,03
17	569.30	+ 7,67	568,92	569,75	— 1,42	+ 6,78	— 4,5	+ 3,2	.....	.....	....	NE.	1	0.00
18	569.01	+ 7,40	568,70	569,45	+ 0.16	+ 8,12	— 2,2	+ 2,2	.....	.....	....	SO.	1	0,32
19	566,71	+ 5.12	564 81	568,95	— 1.77	+ 6,25	— 3,8	+ 0,4	.....	.....	....	SO.	1	0,77
20	561,44	— 0,13	560,11	564,40	— 6,00	+ 2,08	— 7,0	— 4,2	.....	.....	....	SO.	1	0,22
21	558 00	— 3,56	555,37	560.10	— 6,34	+ 1,79	— 7,6	— 4,0	.....	.....	....	SO.	2	0,97
22	553,60	— 7,95	552,70	555,20	— 6,85	+ 1,33	— 8 0	— 5,6	160	16,5	....	SO.	2	0,98
23	556,24	— 5,29	552,75	560 10	— 5,99	+ 2,24	— 7,5	— 4,6	.....	.....	....	SO.	2	0,92
24	561,55	+ 0.04	560.20	562,08	— 7,84	+ 0 44	— 8,6	— 6,4	.....	.....	....	SO.	1	0,37
25	562,72	+ 1,23	561 38	564,02	— 5,77	+ 2,56	— 8.6	— 4,5	.....	.....	....	NE.	1	0,00
26	563,38	+ 1,91	562 70	564,10	— 4.32	+ 4 05	— 6,3	— 1,8	110	8,5	....	SO.	1	1,00
27	563,25	+ 1,79	562,80	563,73	— 7,99	+ 0,42	—10,0	— 5,1	.....	.....	....	SO.	1	0,17
28	561,94	+ 0,50	561,21	563,04	— 7,70	+ 0,75	— 8,5	— 5,9	30	4,6	....	SO.	1	0,68
29	562,23	+ 0 81	561,62	562,65	— 7,10	+ 1,39	— 8,2	— 5,5	.....	.....	....	SO.	1	1,00
30	562,52	+ 1,12	561,85	563 88	— 5,72	+ 2,81	— 6,1	— 4,8	.....	.....	....	SO.	1	0,98
31	564,41	+ 3 03	563 55	565.03	— 3,77	+ 4,80	— 5,6	— 2,4	.....	.....	....	SO.	1	0,87
Mois.	565,11	+ 2,79			— 5.04	+ 2.55								0,34

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — DÉCEMBRE 1888.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	567,95	567,91	567,90	568,21	567,88	567,92	568,12	568,29
2e » ...	567,16	566,86	566,70	567,08	566,62	566,58	566,78	566,82
3e » ...	560,69	560,67	560,58	561,06	560,87	561,02	561,15	561,12
Mois	565,12	565,00	564,91	565,31	564,99	565,04	565,21	565,27

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re décade...	— 4°,36	— 3°,97	— 1°,53	— 3°,67	— 4°,07	— 4°,05
2e » ...	— 5,14	— 4,47	— 2,89	— 5,09	— 5,35	— 5,46
3e » ...	— 6,39	— 6,22	— 5,42	— 6,00	— 6,33	— 6,47
Mois	— 5,33	— 4,93	— 3,35	— 4,96	— 5,28	— 5,36

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
				mm	mm
1re décade...	— 5°,92	— 0°,94	0,08	6,5	70
2e » ...	— 7,04	— 2,02	0,17	—	—
3e » ...	— 7,73	— 4,60	0,72	29,6	300
Mois	— 6,92	— 2,59	0,34	36,1	370

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,65 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O., et son intensité est égale à 23,7 sur 100.

SUR LE

POIDS SPÉCIFIQUE DE L'ALUN DE THALLIUM

PAR

MM. Charles SORET et Louis DUPARC

(Communiqué à la Société de physique et d'histoire naturelle dans sa séance du 3 janvier 1889.)

Dans un travail antérieur[1], l'un de nous a eu l'occasion de déterminer les densités de différents sels appartenant au groupe des aluns, et d'observer que leurs volumes moléculaires, tout en s'écartant assez peu de la valeur moyenne 563, présentent cependant entre eux des différences un peu trop grandes pour être attribuées uniquement aux erreurs expérimentales. On remarque surtout dans la distribution de ces différences une certaine régularité, rappelant tout à fait ce qui se passe dans d'autres séries isomorphes, où les volumes moléculaires sont plus petits, et où leurs variations entraînent pour les densités des différences plus faciles à observer sûrement.

On sait que la formule des aluns peut s'écrire

$$R^2. R'^2. 4SO^4+24H^2O$$

[1] Ch. Soret, Recherches sur la réfraction et la dispersion des aluns cristallisés. *Archives*, 1884, XII, 553; 1885, XIII, 5; 1888.

en désignant par R un métal ou radical alcalin, potassium, ammonium, rubidium, césium ou thallium, et par R′ un métal terreux, aluminium, chrome, fer, gallium ou indium. Réunissons en un tableau les volumes moléculaires des différents sels étudiés, en plaçant sur une même ligne horizontale ceux qui contiennent un même métal alcalin R, et dans une même colonne verticale ceux qui contiennent un même métal terreux R′.

	R′=Al	Cr	Fe	Ga	In
R = AzH⁴	555,9	557,6	562,8	558,5	536,5
K	546,9	550,8	557,1	545,6	—
Rb	562,2	561,7	573,3	574,1	587,5
Cs	579,7	581,8	579,3	578.2	584,0
Tl	566,6	557,7	560,2	550,7	—

Puis calculons pour chaque sel l'excès de son volume moléculaire sur celui de l'alun ammoniacal correspondant contenu dans la même colonne, nous aurons :

	Al	Cr	Fe	Ga	In
K — AzH⁴	— 9,0	— 6,8	— 5,7	—12,9	—
Rb — AzH⁴	+ 6,3	+ 4,1	+10,5	+15,6	+51,0
Cs — AzH⁴	+23,8	+24,2	+16,5	+19,7	+47,5
Tl — AzH⁴	+10,7	+ 0,1	— 2,6	— 7,8	

Les différences contenues dans ce tableau laissent apercevoir une certaine régularité, qui se manifeste surtout si l'on ne considère que les sels les mieux étudiés et les plus connus. Les nombres placés sur une même ligne horizontale sont en général assez voisins les uns des autres. Il est du reste impossible actuellement de fixer leurs valeurs exactes : une erreur d'une unité sur la seconde décimale du poids spécifique suffit pour changer

de trois à quatre unités le nombre qui représente le volume moléculaire; or, les poids spécifiques de ces cristaux sont loin d'être connus avec certitude à ce degré d'approximation.

On remarque toutefois dans ce tableau de grosses anomalies; les principales portent sur les aluns d'indium, sels très altérables et difficiles à manier, dont il serait désirable que l'étude fût reprise à ce point de vue.

D'autres irrégularités portent sur les aluns de thallium; il semble, en particulier, que le poids spécifique 2,257, qui avait été trouvé pour l'alun d'aluminium et thallium, soit trop faible de plusieurs unités de la seconde décimale. Or cette valeur avait été obtenue sur trois cristaux d'assez grandes dimensions, assez limpides, il est vrai, mais qui cependant pouvaient fort bien ne pas être tout à fait exempts de vacuoles. Il nous a paru qu'il y aurait quelque intérêt à reprendre cette détermination d'une manière plus complète, en opérant comme précédemment sur des cristaux entiers, et par la méthode de la balance hydrostatique (dans de l'alcool amylique), afin d'obtenir des résultats comparables aux autres.

Nous avons fait plusieurs préparations de cet alun d'aluminium et thallium, et nous avons examiné les dépôts successifs de plusieurs cristallisations en contrôlant la pureté de nos produits par des déterminations fréquentes de l'indice de réfraction pour la raie D du spectre solaire.

Première préparation, faite avec du sulfate de thallium pur de la fabrique du Dr T. Schuchardt à Goerlitz.

La solution nous a donné d'abord un premier dépôt de trois cristaux octaédriques, exempts de fer et de so-

dium au spectroscope, présentant de faibles anomalies optiques, mais d'ailleurs parfaitement limpides ; indice 1,49762, poids spécifique 2,326 ; 2,354 et 2,312 ; puis un second dépôt de quatorze petits cristaux très limpides, sans anomalies, de densité 2,305. La solution, abandonnée à elle-même pendant plusieurs semaines, a laissé déposer ensuite plusieurs gros cristaux cubiques, laiteux à la surface, mais très homogènes dans leur intérieur, d'indices 1,49785 à 1,49809 et de densités 2,302 et 2,305.

Seconde préparation ; les divers cristaux ci-dessus ont été dissous. Le thallium a été précipité à l'état de chlorure, bouilli avec de l'acide sulfureux, puis retransformé en sulfate et enfin en alun. Cette solution a donné des cristaux octaédriques sans anomalies optiques, d'indices 1,49826 et 1,49767, et de poids spécifique 2,329.

Troisième préparation ; faite avec un nouvel envoi de sulfate de thallium du Dr Schuchardt. La solution d'alun a été partagée en deux parties égales A et B.

La portion A a été immédiatement abandonnée à elle-même ; elle a produit d'abord un précipité blanc pulvérulent, puis un gros cristal imparfait, d'indice 1,49763. Le liquide décanté a donné encore un précipité blanc et plusieurs cristaux très transparents, sans anomalies optiques, de densité 2,326 ; puis, après concentration, des cristaux un peu troubles, de densité plus faible, 2,199.

Les cristaux transparents du dépôt précédent ont été redissous ; leur solution, filtrée après un nouveau dépôt pulvérulent, a donné de jolis cristaux très limpides, sans anomalies visibles, d'indice 1,49780 et de densité 2,392.

La portion B de la solution primitive a été bouillie longtemps avec de l'acide sulfureux pour détruire les traces de sesquioxyde de thallium qui auraient pu s'y trouver, et a donné ensuite un gros cristal plat avec anomalies optiques et inclusions, d'indice 1,49766 et de densité 2,240; puis de beaux cristaux limpides, homogènes et sans anomalies, d'indice 1,49768 et de densité 2,366.

Enfin, une *quatrième préparation* nous a donné successivement trois dépôts de cristaux octaédriques à demi transparents et un peu bulleux, de densités 2,288; 2,268; 2,282, et un quatrième dépôt de cristaux cubiques, dont le poids spécifique s'est trouvé égal à 2,305.

En résumé, les cristaux que nous trouvons mentionnés dans nos notes comme limpides, sans anomalies optiques importantes ni inclusions visibles, nous ont donné les valeurs suivantes du poids spécifique :

2,326	octaédrique	2,305	octaédrique
2,354	»	2,329	
2,312	»	2,326	
2,305	»	2,392	
2,302	cubique	2,366	
2,305	»		

dont la moyenne est 2,329.

Les cristaux notés comme imparfaits et médiocrement transparents ont une densité plus faible :

2,199	2,268
2,240	2,282
2,288	

Nous nous croyons donc fondés à regarder le chiffre

de 2,257, précédemment adopté, comme inexact, et à le remplacer par la moyenne 2,329 des valeurs obtenues sur les cristaux les plus homogènes.

Le volume moléculaire de l'alun d'aluminium-thallium devient alors 549,0, et sa différence - 6,9 avec le volume moléculaire de l'alun ammoniacal correspondant, est bien conforme à ce que l'analogie des aluns de fer et de gallium conduirait à supposer.

Nous remarquerons, en terminant, que les valeurs obtenues pour les indices de réfraction sont un peu plus élevées (1,4976 à 1,4982) que celles qui avaient été trouvées dans le travail auquel nous avons fait allusion (1,4970 à 1,4976). Nous ne saurions dire d'où provient cette différence, les cristaux ayant été préparés, contrôlés et observés avec le même soin dans les deux cas; nous pouvons seulement observer que l'alun de thallium ayant un poids moléculaire et un indice notablement plus forts que les autres aluns, il suffit, d'après la loi de M. Dufet, du mélange de quantités très faibles de ces derniers pour altérer sensiblement sa réfringence. De plus, il n'est pas prouvé que le sesquioxyde de thallium ne puisse pas remplacer une partie de l'alumine; un semblable remplacement paraît du reste peu probable en raison du soin que nous avons pris de réduire constamment le thallium au minimum d'oxydation.

Genève, décembre 1888.

CAS REMARQUABLE

DE

FASCIATION CHEZ UN SAPIN

(*Pinus Pinea* L., *Abies excelsa* DC.)

PAR

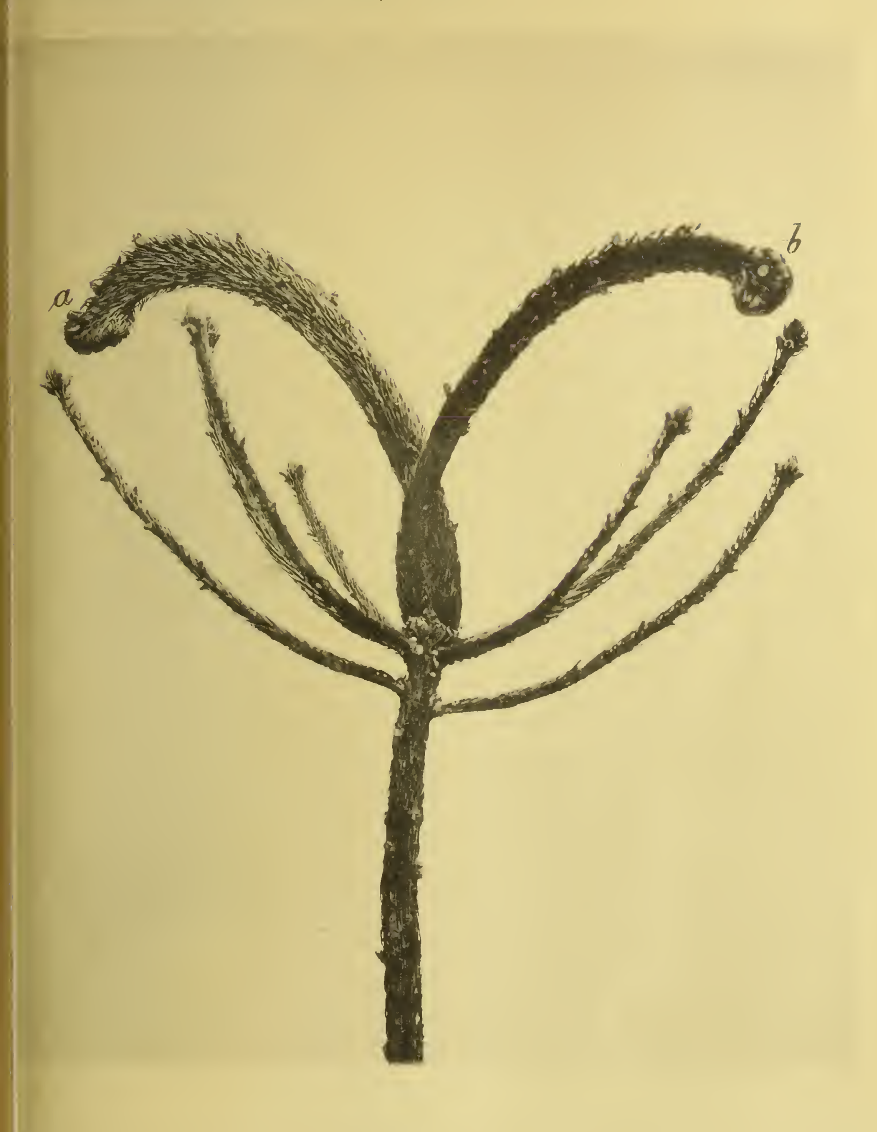
M. C. DE CANDOLLE

Avec planche II.

Je dois à l'obligeance de M. Adolphe de Morsier la connaissance du fait tératologique suivant qui s'est produit l'été dernier dans sa propriété de Plongeon, située près de Genève. Au printemps de 1888 il s'aperçut qu'un sapin planté depuis près de quinze ans avait perdu sa flèche, et il remarqua un peu plus tard qu'elle avait été remplacée par deux jeunes branches recourbées de bas en haut à l'encontre l'une de l'autre. Bientôt ces deux branches se touchèrent par leurs extrémités, puis, en continuant à se recourber tout en s'allongeant, elles finirent par s'entrecroiser dans un plan approximativement orienté du nord-est au sud-ouest. A la fin de l'été, elles avaient pris un

accroissement très considérable et présentaient l'étrange aspect visible dans la figure ci-jointe (Pl. II), qui en est la photographie reproduite par phototypie. L'arbre qui les portait, haut d'une quinzaine de mètres, devait avoir atteint l'âge de trente ans environ. On l'a abattu en automne, et M. de Morsier a bien voulu mettre à ma disposition sa partie supérieure encore munie des deux branches recourbées qui la terminaient.

J'ai aussitôt reconnu que l'entrecroisement de ces branches ne constituait pas leur unique singularité et qu'elles étaient, de plus, toutes deux fasciées dans le plan même de leur courbure, c'est-à-dire aplaties sur leurs faces latérales. On ne retrouve pas, entre leurs bases, de bourgeon terminal distinct demeuré stérile, ni aucune trace de lésion quelconque pouvant avoir donné lieu au développement anormal du sommet de l'arbre. La faible pression que les deux branches terminales ont pu exercer l'une sur l'autre n'a été pour rien non plus dans leur fasciation, puisqu'elles sont tout aussi aplaties sur leurs faces externes que du côté où elles se sont trouvées en contact. Depuis leurs bases jusqu'à leur point d'entrecroisement elles ont la forme normale de rameaux latéraux à section presque cylindrique, mais au-dessus de ce point elles vont en s'élargissant de plus en plus dans leur plan de courbure. Elles ont toutes les deux à peu près la même longueur d'environ 68 centimètres. Leur largeur, au sommet des faces aplaties, est de 6 centimètres chez celle de droite (*b*), de 8 centimètres chez celle de gauche (*a*), et leur épaisseur, perpendiculairement au plan de fasciation, s'y abaisse jusqu'à 6 millimètres. Elles portent de nombreux bourgeons latéraux tant sur leurs faces aplaties que le long de leurs bords recourbés. Ces bourgeons sont beau-



…évoz & Cᵉ, Genève.

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

coup plus rapprochés les uns des autres vers le sommet de chaque branche où ils ne forment plus qu'une rangée confluente allongée dans le sens de la fasciation.

Ayant compté les bourgeons latéraux sur les autres branches représentées dans la figure, au-dessous des deux terminales, j'ai constaté que leur nombre varie de 10, chez celle qui en a le moins, jusqu'à 16 chez celle qui en est le plus abondamment pourvue. Or, l'une des branches fasciées (*a*) porte 51 de ces bourgeons bien distincts les uns des autres, dont 25 disséminés sur la longueur et 26 entourant la rangée confluente terminale. Chez l'autre (*b*), il existe 13 bourgeons disséminés et 18 condensés autour de la rangée terminale. Ces chiffres, rapprochés de la grande dimension acquise, en une seule saison, par ces deux branches indiquent clairement que leur fasciation a été accompagnée d'un véritable surcroît de vitalité, provenant de ce que l'arbre en question se trouvait dans un sol particulièrement riche.

La structure interne de ces branches fasciées doit, sans aucun doute, être la même chez toutes les deux, aussi me suis-je borné à l'étudier chez l'une d'elles (*b*). Elle renferme un étui ligneux dont l'épaisseur d'environ 1 $^1/_2$ millimètre du côté convexe est un peu moindre du côté concave qui répond à la face primitivement supérieure, rendue inférieure par le retournement de la branche. La section transversale de celle-ci présente conséquemment la forme d'un ovale allongé dont l'extrémité la plus étroite se trouve du côté du bord concave. On voit par là que la branche possède la structure hyponastique d'un rameau latéral, ce qui ne serait pas le cas si un développement moins rapide lui avait permis de se maintenir dans la position verticale comme une flèche de remplacement.

Il semble, au premier abord, que les deux phénomènes de fasciation et de recourbement devraient être considérés comme indépendants l'un de l'autre, car il ne se produit généralement pas de fasciation chez les branches qui se redressent pour remplacer le bourgeon terminal, ainsi que cela se rencontre si souvent chez les sapins. Mais ces flèches de remplacement demeurent verticales, tandis que, chez l'arbre qui nous occupe, les deux branches redressées ont continué, pendant tout l'été, à se recourber toujours dans le même sens, de manière à dépasser la verticale et à prendre finalement une position fortement inclinée. Cet excès de courbure ne saurait être attribué au géotropisme, puisque la concavité de chaque branche, primitivement tournée vers le zénith, a fini par être dirigée vers le sol. On ne peut pas davantage y voir un effet d'héliotropisme, l'une des branches s'étant dirigée vers le nord et l'autre au sud. Il était donc naturel de supposer que, dans ce cas, le surcroît d'allongement du côté inférieur de chaque branche, auquel est dû leur recourbement, tient à la même cause que la fasciation, et c'est ce que confirme l'examen de la section transversale des branches, pratiquée au-dessous de leurs insertions. En effet, la moelle de ces organes y présente une forme elliptique. Immédiament au-dessous des deux branches terminales, l'anneau ligneux est, il est vrai, à peu près circulaire, mais la moelle qu'il entoure offre une section elliptique dont le grand axe atteint 8 millimètres, tandis que le petit axe, perpendiculaire au plan des deux branches, ne dépasse pas 1 $^1/_2$ millimètre. Au sommet de l'arbre, entre les deux branches fasciées, il n'existe, comme je l'ai déjà dit, aucun rudiment de bourgeon terminal distinct, et je dois ajouter maintenant que la moelle s'y termine vers le haut en

un cul-de-sac surmonté d'une épaisse calotte ligneuse, tandis qu'elle se bifurque latéralement pour pénétrer directement de part et d'autre dans les deux branches fasciées. Enfin la forme elliptique de la moelle est encore très accentuée à la base de la portion de tronc représentée dans la figure, soit à environ 53 centimètres au-dessous du sommet de l'arbre. Il ressort évidemment de toutes ces circonstances que la tendance à la fasciation a préexisté dans la région supérieure de l'arbre avant que son sommet ait cessé de s'allonger. Son bourgeon terminal, de bonne heure frappé d'un commencement de fasciation, s'est donc bifurqué et a donné naissance à deux branches terminales chez lesquelles la fasciation s'est encore accrue.

SUR LE

MOUVEMENT DE ROTATION DU PROTOPLASMA VÉGÉTAL

PAR

M. J.-B. SCHNETZLER
Professeur à Lausanne. [1]

Le mouvement du protoplasma végétal, quelle que soit la forme sous laquelle il se présente, est un des phénomènes les plus intéressants de la vie végétale dont la cause n'est pas encore expliquée. Les observations suivantes sont bien loin de donner cette explication ; elles ont uniquement pour but d'attirer l'attention sur quelques particularités du phénomène.

Parmi les cellules végétales dans lesquelles le mouvement de rotation du protoplasma a été souvent étudié, nous trouvons celles des *Characées* ; surtout les cellules internodales de *Nitella*. Les cellules corticales des plantes du genre *Chara* et leurs incrustations calcaires rendent l'observation plus difficile. Cependant il y a une phase du développement des *Chara* où le mouvement rotatoire du plasma s'observe très facilement.

Les plantes du genre *Chara*, comme les mousses, produisent par la germination de leurs spores un organisme qu'on peut regarder comme la première phase de leur

[1] *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles,* t. XXIV, p. 83.

développement, comme la première génération, auquel on a donné le nom de *protonema*. D'après de Bary [1], l'oospore fécondée s'entoure d'une membrane incolore; les parois intérieures des cellules corticales du carpogonium se lignifient et se colorent en brun ou en noir, tandis que les parois extérieures se détruisent. C'est dans cet état que le carpogonium avec son oospore passe l'hiver. Lors de la germination, au printemps, il s'accumule au sommet de l'oospore une masse plasmatique claire qui se différencie du reste du protoplasma renfermant de grosses gouttes d'huile et des grains d'amidon, comme première cellule nodale (Knotenzelle). Celle-ci se divise par une cloison longitudinale en deux cellules, dont l'une se développe en un premier rhizoïde, tandis que l'autre devient le protonema renfermant de la chlorophylle. Ce dernier s'allonge, formant une longue cellule cylindrique qui, à sa partie supérieure, développe la pointe du protonema (Vorkeimspitze), qui se compose de plusieurs cellules.

Pendant le printemps de cette année (1888), j'ai pu observer la germination d'une oospore de Chara qui avait passé l'hiver dans de la vase prise en automne 1887 dans le lac de Bret. Le carpogonium qui renfermait l'oospore était devenu noir. L'oospore développait en germant un protonema formant d'abord une cellule cylindrique de 2.5 centimètres de longueur; à sa partie supérieure se développait plus tard la pointe du protonema, formant un prolongement latéral cloisonné. La jeune plante obtenue par cette germination, avec ses rhizoïdes et ses premières feuilles, était identique avec celle de *Chara fragilis* que Sachs a représentée d'après Pringsheim dans son *Lehrbuch der Botanik* (4e édit., 1874, p. 295).

[1] Zur Keimungsgeschichte der Charen. *Bot. Zeitung*, 1875.

C'est dans la cellule allongée du protonema de *Chara fragilis* que j'ai pu observer la rotation du protoplasma aussi bien que dans les cellules internodales de *Nitella hyalina*. Les grains de chlorophylle se développent d'abord dans la partie supérieure de la cellule allongée, tandis que la partie inférieure renferme encore du protoplasma incolore. A l'intérieur de la paroi cellulaire se différencie une mince couche de protoplasma inerte, sans mouvement, les grains de chlorophylle sont fixés à la face intérieure de cette couche, qui se trouve en repos. A l'intérieur de ce protoplasma inerte se trouve une couche de protoplasma relativement épaisse qui exécute son mouvement de rotation. Plus tard cette couche se différencie en une partie extérieure plus dense et une partie intérieure plus fluide. C'est dans le courant de la partie la plus fluide que nagent des corps plasmatiques ordinairement de forme globuleuse, quelquefois hérissés de petites protubérances (Wimperkörperchen, Sachs), sur le rôle desquels on ne connaît encore rien. Il ne faut pas confondre ces corps plasmatiques avec les noyaux cellulaires mentionnés par Strasburger, qui, en se divisant, présentent quelquefois un aspect moniliforme.

Comme Nägeli l'a observé, le courant rotatoire montre son maximum de vitesse dans la partie du protoplasma qui se trouve à l'intérieur de la couche plasmatique inerte, tandis que la vitesse diminue vers l'intérieur. Nous voyons ici la différence qui existe entre un liquide coulant sous l'influence de la pesanteur et le protoplasma vivant qui se meut par des forces indépendantes de la pesanteur. Ce fait explique pourquoi les corps plasmatiques qui nagent dans la couche intérieure plus riche en eau, se devancent les uns les autres, lorsque par leur surface ils plongent dans des courants rotatoires de vitesse différente.

D'après Pfeffer (Pflanzenphysiologie, II, 390), des actions mécaniques et électriques provoquent dans le protoplasma en mouvement une tendance à la séparation de masses plasmatiques, sans ralentir toujours le mouvement. Des actions semblables pourraient contribuer à la formation des corps plasmatiques qui se différencient de la couche plasmatique extérieure. Lorsqu'on plie une cellule internodale de Chara, le protoplasma se divise en deux ou plusieurs corps plasmatiques. On serait tenté de trouver une certaine analogie avec ce qui se passe dans les tentacules de Drosera.

A mesure que les tentacules de *Drosera rotundifolia* se courbent sous l'influence d'une irritation mécanique ou chimique, le contenu des cellules qui se trouvent sous l'influence de cette irritation se trouble subitement par la séparation de fines particules qui se groupent peu à peu en masses globuleuses formées principalement de matières albumineuses, colorées en rouge par la matière colorante dissoute dans le liquide intracellulaire. Pendant tout ce temps le protoplasma pariétal continue son mouvement rotatoire (Pfeffer, loc. cit.).

Malgré l'analogie que présente le phénomène précédent avec la formation des masses plasmatiques dans les cellules de *Chara*, il faut bien observer que dans les cellules des tentacules de *Drosera*, les masses albumineuses se forment dans le liquide intracellulaire, tandis que le protoplasma vivant des courants pariétaux reste incolore et ne participe pas directement à la formation des masses albumineuses.

Lorsqu'on place une solution très diluée de violet de gentiane sur une partie limitée de la cellule allongée du protonema de *Chara fragilis*, celle-ci se colore en violet pâle, tandis que les boules, semblables à des leucoplastes,

se colorent en violet plus foncé. Au commencement de cette coloration, le courant plasmatique continue encore. Les boules colorées en violet sont entraînées par le protoplasma dans la partie de la cellule qui n'est pas colorée. Lorsqu'on coupe cette partie de la cellule, les boules colorées sortent avec le protoplasma.

Lorsqu'on examine les différents facteurs qui jouent un rôle dans les mouvements du protoplasma, on en trouve un dont l'influence est parfaitement constatée : c'est la respiration. Toutes les fois qu'on exclut l'oxygène pendant la respiration d'une plante, le mouvement du protoplasma s'arrête, quand même la plante se trouve éclairée (Pringsheim). On obtient ce résultat en plongeant les plantes dans des gaz irrespirables, par exemple l'hydrogène, l'azote, etc. Mais il est assez difficile d'exclure ainsi l'oxygène d'une manière absolue. Pour mieux atteindre ce but, j'ai plongé les plantes dans lesquelles on observait le mouvement plasmatique d'une manière très prononcée, dans de la fine huile d'olive. Dans ce cas, le mouvement du protoplasma s'arrête rapidement [1]. Lorsqu'on fait cette expérience avec le protonema de *Chara fragilis,* non seulement le mouvement rotatoire cesse, mais les boules plasmatiques qui nageaient dans la couche la plus fluide du protoplasma présentent alors un aspect granuleux et une fine pellicule se sépare de la partie compacte.

Dans les cellules des feuilles d'*Elodea canadensis* détachées de la plante et sorties de l'eau, le mouvement rotatoire du protoplasma continue aussi longtemps que la feuille est encore mouillée ; à mesure qu'on enlève l'eau

[1] J'ai vu par une note de Pfeffer (Pflanzenphysiologie, 391) que Hofmeister et Kuhne avaient produit l'arrêt du mouvement plasmatique en employant la même méthode.

qui la recouvre à l'aide d'un fin papier buvard, sans exercer de pression, le mouvement se ralentit, et lorsque l'eau a été entièrement enlevée, il s'arrête complètement, quand même la feuille se trouve en contact avec l'air. Non seulement il a y arrêt complet du mouvement, mais les grains de chlorophylle se groupent en masse. Les plantes aquatiques respirent par conséquent en absorbant l'oxygène qui se trouve en solution dans l'eau, comme les animaux qui respirent par des branchies. Le mouvement plasmatique s'arrête même dans les feuilles d'*Elodea* encore attachées à la tige lorsque celle-ci est en partie émergée.

Une tige feuillée d'*Elodea* coupée à sa partie inférieure de 18 cm. de longueur, fut émergée sur une longueur de 5 cm. Bientôt les feuilles émergées se flétrirent et le mouvement rotatoire cessa dans leurs cellules, tandis qu'il continuait dans les feuilles immergées. Lorsqu'on plonge des grains de pollen de *Narcissus poeticus* dans le mucus qui s'écoule de la hampe coupée, le tube pollinique commence à se former au bout d'une demi-heure dans le mucus qui se trouve à l'air, tandis qu'on n'en voit alors aucunc trace dans celui qui est couvert par un verrelet. Les tubes polliniques s'allongent dans le premier cas presque à vue d'œil et dans leur intérieur se montrent des courants plasmatiques. La concentration du mucus est maintenue également dans les deux cas. L'air joue donc ici un rôle dans le mouvement du protoplasma et dans l'allongement du tube pollinique.

Nous ignorons la cause mécanique, physique ou chimique qui produit le mouvement du protoplasma ; mais nous avons vu que ce mouvement est une fonction vitale dépendant de la respiration, c'est-à-dire de l'action chimique de l'oxygène. Parmi les autres facteurs qui in-

fluent sur ce phénomène, nous trouvons la chaleur. On observe un minimum, un optimum et un maximum de température, au-dessous et au delà desquels tout mouvement plasmatique s'arrête. Or, abstraction faite de la chaleur venant du dehors, la chaleur produite dans les cellules végétales dépend en partie de la respiration, c'est-à-dire de la combinaison de l'oxygène et du carbone. Quelles que soient les autres sources de forces vives qui agissent dans la plante, il est évident que la respiration produit dans la cellule végétale une provision de force vive servant au travail qui s'opère dans la cellule et à la production de chaleur.

Supposons que, par la respiration, il se produise un centimètre cube de CO^2, il en résulterait pour la plante une provision de force égale à 1987725 gramme-millimètres, c'est-à-dire une force capable d'élever un gramme à la hauteur de 1987 mètres (Reinke). Quand même une cellule végétale n'utiliserait qu'une minime partie de cette force, celle-ci serait bien suffisante pour contribuer au mouvement du protoplasma en changeant continuellement son équilibre chimique.

Le protoplasma est un corps vivant qui est le siège de forces chimiques, physiques, mécaniques qui se manifestent d'une certaine manière pendant la vie, mais qui ne constituent pas la vie elle-même ; ces mêmes forces se manifestent tout autrement dans le protoplasma mort. Les forces mécaniques, chimiques et physiques, se manifestent dans l'organisme vivant sous une forme toute particulière que nous désignons par le nom d'irritabilité, c'est-à-dire la propriété de réagir contre toute excitation.

Le protoplasma vivant possède cette propriété, et c'est grâce à l'irritabilité que les actions dont nous venons de

parler provoquent son mouvement, comme des actions de même nature produisent la contraction de la fibre musculaire irritable, contraction sur laquelle la chaleur, la présence de l'oxygène, etc., exercent une influence comme sur le mouvement du protoplasma. Mais, malgré tout cela, nous ignorons encore la cause réelle de la contraction musculaire, autant que nous ignorons celle du mouvement du protoplasma dans une cellule, d'une zoospore qui nage dans l'eau, ou d'un spermatozoïde qui, après avoir quitté l'antheridium, traverse l'eau pour pénétrer dans l'oosphère de l'archegonium.

Le pourquoi, la cause réelle d'un grand nombre de phénomènes de la physiologie végétale nous échappe encore complètement.

HYGROMÈTRE A CONDENSATION

PAR

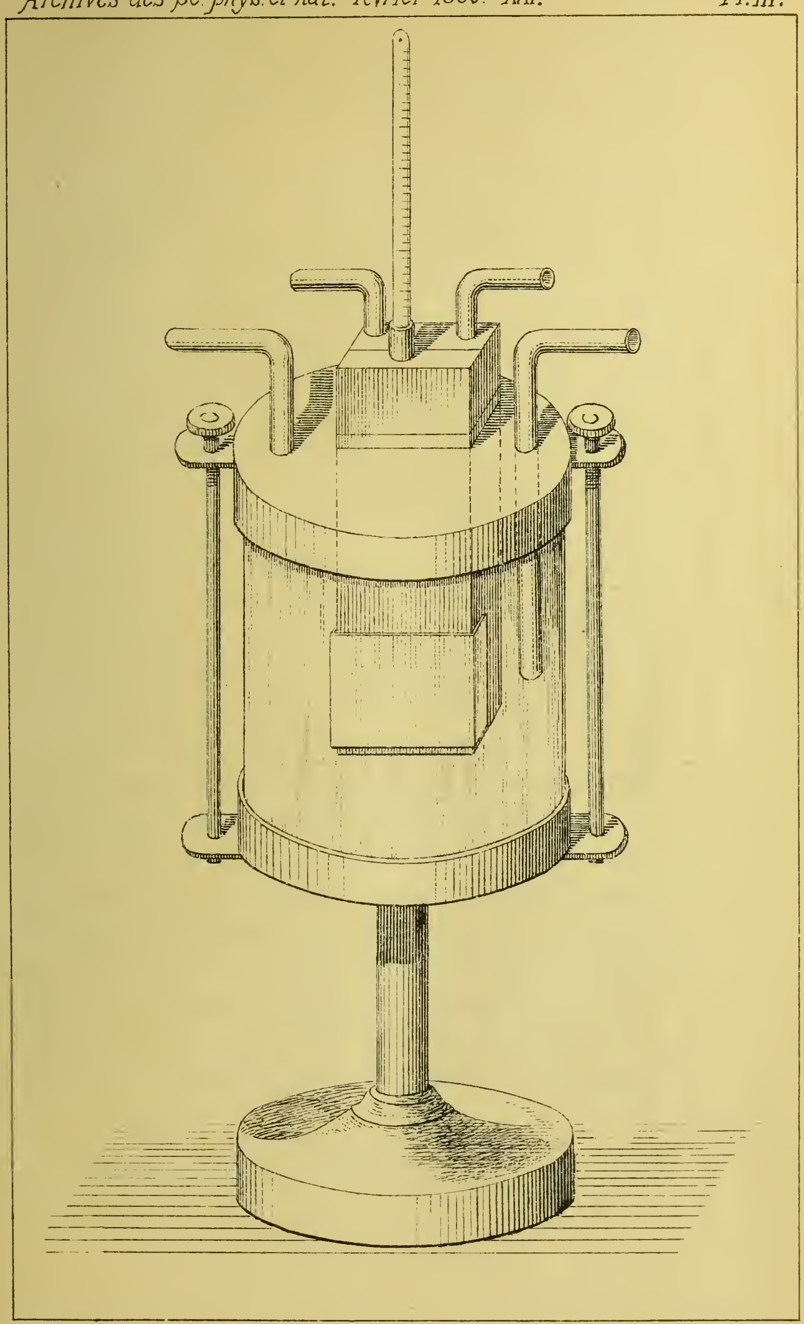
M. Henri DUFOUR
Professeur à l'Académie de Lausanne.

Avec planche III.

L'hygromètre à condensation est l'un des instruments les plus employés pour les mesures directes de l'humidité absolue et de l'humidité relative ainsi que pour la vérification des autres hygromètres; aussi comprend-t-on qu'il ait été l'objet de plusieurs perfectionnements; rappelons seulement ceux apportés par Regnault et par M. Alluard[1] qui tous deux ont cherché à augmenter la précision de l'observation du moment exact du dépôt de rosée ou de celui de sa disparition.

Un progrès nouveau, et considérable à notre avis, a été accompli par M. Crova en construisant son hygromètre à condensation intérieure[2] dans lequel l'air à étudier circule en vase clos avec une vitesse qui peut être

[1] *Journal de Physique,* 1878, vol. II, p. 328.
[2] *Journal de Physique,* 1883, vol. II, 2me série, p. 166.



H. Dufour. Autog. J. Chappuis, Lausanne.

rendue toujours égale; grâce à cet artifice on élimine l'influence de l'état d'agitation variable de l'air autour de l'instrument ainsi que celle du voisinage de l'observateur.

A côté des qualités incontestables que présentent les appareils précédents, il est un élément qui nous paraît avoir été un peu négligé par les physiciens qui se sont occupés de perfectionner l'hygromètre à condensation, c'est l'étude de la meilleure disposition à adopter pour que la température donnée par le thermomètre soit bien celle du point de rosée. Les défauts de l'hygromètre à condensation sous ce rapport sont très bien signalés par M. Jamin dans son cours de physique[1], à propos de l'appareil de Daniell, ces défauts sont entre autres 1° l'inégalité de la température dans les diverses parties de la masse liquide réfrigérante et 2° la différence qui existe entre la température du liquide et celle de la surface sur laquelle se dépose la rosée; cette différence peut être naturellement assez grande avec l'enveloppe de verre de l'appareil de Daniell. Le remplacement du verre par une lame mince de métal poli en contact par l'une de ses faces avec le liquide réfrigérant fait-il disparaître ces causes d'erreur? M. Jamin paraît le supposer, car il dit qu'on ne peut reprocher aucun des défauts précédents à l'hygromètre de Regnault dans lequel le liquide est agité dans un dé d'argent *très mince* et très conducteur. Il est évident que toutes les qualités de l'hygromètre de Regnault se retrouvent dans ceux de M. Alluard et de M. Crova.

Cependant rien ne prouve à priori que la température

[1] *Cours de physique de l'École polytechnique*, 1878, t. II, 3me édit., p. 258.

donnée par le thermomètre soit bien celle de la face extérieure de la lame d'argent ou de laiton doré ou nikelé, entre le thermomètre et le métal il y a toujours une couche liquide et ordinairement d'un liquide peu conducteur de la chaleur, éther ou sulfure de carbone. C'est, frappé par les variations assez grandes de température qui pouvaient exister entre les diverses parties du liquide et par celles que nous avons observées directement entre la température du métal et celle du liquide, que nous avons été amené à séparer complètement le liquide réfrigérant du thermomètre et à placer ce dernier dans la masse métallique même sur laquelle se dépose la rosée.

L'instrument présenté sous sa première forme il y a quelques mois à la Société helvétique des sciences naturelles a été modifié depuis, c'est pour cela que nous croyons utile de donner une courte description de sa forme actuelle.

L'appareil se compose d'un vase cylindrique en verre de 6 à 7 centimètres de largeur sur 8 à 9 de hauteur (un verre à boire en cristal convient très bien), sur ce verre se place un couvercle de laiton percé de deux ouvertures par lesquelles pénètrent deux tubes de laiton amenant et emmenant l'air à étudier. Au milieu du couvercle est soudée la pièce principale de l'appareil formée d'un prisme parallélipipédique en laiton de 8 à 9 centimètres de hauteur sur 2,8 à 3 de largeur ; l'une des faces de ce prisme est formée d'une *plaque épaisse* (1,2 c.) *de cuivre rouge* ou de *fer* nikelé ou argenté extérieurement, les autres faces du prisme sont en laiton et forment derrière la plaque de condensation une boîte rectangulaire qui contient le liquide réfrigérant, un couvercle percé d'ouvertures et muni de tubulures convenables permet de

faire circuler l'air dans le liquide volatil et d'emmener les vapeurs. La plaque de condensation est percée suivant son grand axe d'une cavité cylindrique dans laquelle se place un thermomètre à réservoir allongé et cylindrique; autour du thermomètre est tassée de la limaille de cuivre rouge très fine, si la plaque est en cuivre; si elle est en fer, du mercure assure le contact du thermomètre avec la plaque de condensation.

Avec cette disposition on peut admettre comme très probable que la différence entre la température du thermomètre et celle de la plaque qui l'enveloppe de toutes parts est insignifiante; les belles recherches de M. H.-F. Weber sur la conductibilité des liquides[1] nous paraissent mettre le fait hors de doute. On pourrait encore, sans compliquer beaucoup l'appareil, faire de la cavité cylindrique percée dans le métal, le réservoir même du thermomètre dont la tige serait mastiquée directement dans le métal, mais nous n'avons pas expérimenté ce procédé, l'emploi d'un thermomètre ordinaire sensible ayant donné de bons résultats.

L'avantage de l'emploi de la plaque épaisse de métal pour l'observation elle-même réside surtout dans le fait que la température varie régulièrement et graduellement sans ces soubresauts qui rendent si difficile l'observation des hygromètres dans lesquels le thermomètre plonge dans le liquide volatil.

Pour l'observation du dépôt de rosée, il n'est pas nécessaire d'artifices particuliers, cependant l'emploi d'une plaque de contraste peut rendre service, aussi en plaçons-

[1] H.-F. Weber, Untersuchungen über die Wärmeleitung in Flüssigkeiten. *Vierteljahrsschrift der Zürcher naturf. Gesellschaft*, 1879, p. 9.

nous une formée simplement d'un morceau de cuivre argenté mince replié sur les bords et pouvant glisser sur la plaque de condensation, une mince feuille de papier suffit pour isoler thermiquement cette lame de sa voisine qui se couvre de rosée.

En observant la manière dont se produit la condensation dont on peut suivre toutes les phases successives, on remarque promptement que les petites rugosités qui peuvent exister ou les raies et stries, etc., sont toujours les premiers points sur lesquels se dépose la rosée, le simple passage d'un objet dur sur la plaque se révèle immédiatement au début du dépôt, il faut donc se fixer une intensité de dépôt caractéristique ; le moment où le dépôt à peine formé a des couleurs irisées convient très bien.

L'aspirateur et l'insufflateur sont de simples poires de caoutchouc, une seule peut remplir les deux fonctions. L'appareil est construit de telle sorte qu'il est facile d'enlever le cylindre de verre, il devient alors un hygromètre à condensation à l'air libre comme celui de M. Alluard.

Laboratoire de physique de Lausanne, février 1889.

VÉRIFICATION EXPÉRIMENTALE

DE LA

MÉTHODE DE M. CHARLES SORET

POUR LA

MESURE DES INDICES DE RÉFRACTION DES CRISTAUX A DEUX AXES

PAR

M. François-Louis PERROT

Communiqué à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève dans sa séance du 7 février 1889.

Dans un travail qui a été publié récemment (*Archives*, septembre 1888, t. XX), M. Charles Soret a démontré que l'on peut déduire les indices de réfraction principaux d'un cristal à deux axes de l'observation des angles limites de réflexion totale sur des faces quelconques. Chaque face, quelle que soit sa position, fournit quatre valeurs maxima et minima de l'angle limite, dont trois donnent directement les trois indices principaux par la formule $n = \mu \sin I$, où μ représente l'indice du milieu extérieur au cristal. Les trois valeurs utiles doivent se

retrouver sur toutes les faces, tandis que la quatrième valeur variera d'une face à l'autre.

C'est cette méthode que j'ai cherché à vérifier expérimentalement sur l'acide tartrique du commerce.

Je me suis servi pour cela d'un réfractomètre de Liebisch, dont le prisme a un angle réfringent de 60° 6′ 30″ et un indice de réfraction $\mu = 1,77890$ pour la lumière de la soude.

Je donne dans le tableau suivant les angles limites maxima et minima que j'ai obtenus sur sept faces différentes, et les indices de réfraction qui s'en déduisent.

Les faces I, II et III avaient été taillées absolument au hasard et je n'ai pas déterminé leurs positions par rapport aux axes d'élasticité du cristal.

La face IV était presque parallèle à un des axes d'élasticité. Les faces V et VI étaient l'une et l'autre inclinées de quelques degrés sur un des axes. La face VII était franchement oblique.

J'ai trouvé les valeurs suivantes pour les angles compris entre les normales à ces quatre faces et les axes x, y et z d'élasticité maximum, moyenne et minimum.

FACES	x	y	z
IV	21° 0′	92° 20′	110° 50′
V	85° 40′	42° 2′	131° 42′
VI	49° 30′	41° 54′	81° 2′
VII	54° 1′	41° 56′	108° 35′

Angles limites maxima et minima et indices correspondants.

FACES				
I	64° 25′ 7″ 1,60452	57° 12′ 57″ 1,49555	59° 38′ 57″ 1,53509	61° 52′ 9″ 1,56876
II	64° 25′ 40″ 1,60464	57° 14′ 5″ 1,49586	59° 39′ 31″ 1,53524	63° 35′ 54″ 1,59336
III	64° 25′ 40″ 1,60464	57° 14′ 38″ 1,49602	59° 39′ 31″ 1,53524	60° 22′ 14″ 1,54629
IV	64° 24′ 50″ 1,60445	57° 12′ 41″ 1,49547	59° 38′ 40″ 1,53502	60° 14′ 56″ 1,54462
V	64° 25′ 30″ 1,60457	57° 13′ 25″ 1,49568	59° 39′ 11″ 1,53516	60° 28′ 17″ 1,54784
VI	64° 24′ 56″ 1,60448	57° 13′ 14″ 1,49563	59° 39′ 19″ 1,53519	58° 31′ 23″ 1,51713
VII	64° 24′ 56″ 1,60448	57° 12′ 57″ 1,49555	59° 39′ 48″ 1,53532	58° 51′ 28″ 1,52254

On voit que, conformément à la théorie, et dans les limites d'exactitude que comportait l'appareil dont je me suis servi, *les trois valeurs des indices principaux se retrouvent sur toutes les faces*, tandis qu'une quatrième valeur varie d'une face à l'autre.

Genève, Laboratoire de physique de l'Université. Janvier 1889.

HAUTEURS MOYENNES DU LAC LÉMAN EN 1888

PAR

M. Ph. PLANTAMOUR

Comme je l'ai annoncé l'année dernière, je donne ici le tableau des hauteurs moyennes du lac pendant l'année 1888. Ce tableau présente sur ceux des années précédentes une différence très notable à l'égard de l'amplitude de la variation annuelle, différence qui provient du résultat obtenu par les travaux exécutés dans le lit du Rhône à Genève en vue de la régularisation des eaux du lac. Au lieu de discuter moi-même ces travaux et les effets qu'ils ont produits, je cède la plume à mon ami M. l'ingénieur Théodore Turrettini qui a dirigé ces travaux et qui en rend compte ci-après avec sa compétence reconnue.

Je me bornerai à attirer l'attention sur la crue phénoménale qu'a éprouvé le lac pendant l'orage du 2 au 3 octobre 1888. Du 2 à partir de 3 heures du soir, où l'orage a commencé sérieusement au 3 à 3 heures du soir, c'est-à-dire en 24 heures, le lac s'est élevé très approximativement de 35 centimètres, mesurés sur les diagrammes du limnographe en prenant le milieu des oscillations.

Je ne pense pas que jamais on ait observé une crue

Hauteurs moyennes diurnes du Lac Léman à Sécheron entre 9 heures et 3 heures.

1888

Date.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
1	1,450	1,280	1,284	1,682	1,786	1,661	1,837	1,842	1,788	1,652	1,576	1,702
2	1,427	1,284	1,277	1,686	1,815	1,658	1,836	1,943	1,779	1,693	1,575	1,714
3	1,414	1,282	1,266	1,686	1,812	1,667	1,821	2,008	1,758	1,901	1,593	1,716
4	1,404	1,279	1,262	1,702	1,813	1,670	1,824	2,024	1,729	2,064	1,605	1,713
5	1,396	1,282	1,251	1,702	1,801	1,682	1,836	2,013	1,702	2,064	1,613	1,711
6	1,396	1,283	1,247	1,713	1,781	1,702	1,846	2,008	1,691	2,069	1,628	1,708
7	1,388	1,278	1,241	1,716	1,760	1,734	1,857	1,998	1,693	2,075	1,629	1,706
8	1,384	1,273	1,238	1,702	1,752	1,771	1,869	1,991	1,724	2,108	1,637	1,707
9	1,380	1,277	1,230	1,702	1,751	1,812	1,881	1,959	1,747	2,030	1,648	1,705
10	1,386	1,278	1,254	1,691	1,747	1,842	1,867	1,934	1,734	1,991	1,647	1,705
11	1,382	1,276	1,306	1,684	1,750	1,864	1,834	1,910	1,749	1,965	1,648	1,708
12	1,371	1,266	1,357	1,662	1,749	1,874	1,822	1,898	1,771	1,939	1,654	1,702
13	1,397	1,299	1,382	1,657	1,729	1,869	1,813	1,890	1,774	1,917	1,658	1,696
14	1,370	1,304	1,422	1,642	1,712	1,889	1,801	1,886	1,762	1,904	1,663	1,688
15	1,359	1,330	1,452	1,637	1,707	1,942	1,778	1,890	1,763	1,904	1,665	1,682
16	1,345	1,324	1,485	1,634	1,699	1,941	1,755	1,889	1,766	1,841	1,670	1,681
17	1,339	1,325	1,507	1,641	1,698	1,955	1,753	1,897	1,763	1,810	1,670	1,675
18	1,335	1,326	1,522	1,645	1,692	1,956	1,753	1,932	1,767	1,790	1,673	1,667
19	1,332	1,327	1,526	1,653	1,694	1,952	1,752	1,926	1,742	1,767	1,673	1,664
20	1,322	1,333	1,528	1,671	1,716	1,923	1,752	1,904	1,715	1,735	1,669	1,662
21	1,318	1,322	1,531	1,675	1,736	1,898	1,745	1,878	1,711	1,703	1,668	1,656
22	1,311	1,322	1,529	1,672	1,733	1,868	1,732	1,872	1,685	1,680	1,677	1,654
23	1,319	1,317	1,533	1,684	1,735	1,844	1,712	1,883	1,664	1,650	1,678	1,656
24	1,314	1,312	1,530	1,725	1,734	1,839	1,700	1,872	1,654	1,632	1,679	1,658
25	1,310	1,312	1,526	1,739	1,734	1,822	1,695	1,856	1,655	1,606	1,679	1,655
26	1,297	1,300	1,568	1,782	1,722	1,816	1,702	1,850	1,643	1,583	1,682	1,664
27	1,302	1,297	1,576	1,818	1,714	1,832	1,716	1,852	1,646	1,559	1,673	1,673
28	1,300	1,292	1,622	1,812	1,700	1,835	1,717	1,832	1,630	1,557	1,681	1,676
29	1,298	1,291	1,633	1,784	1,699	1,820	1,735	1,812	1,613	1,561	1,699	1,673
30	1,295		1,651	1,779	1,687	1,822	1,739	1,801	1,606	1,566	1,708	1,671
31	1,282		1,671		1,664		1,762	1,795		1,569		1,666

pareille en 24 heures, mais je ne crois pas non plus qu'auparavant on ait vu un orage aussi prolongé et aussi abondant, fournissant dans le bassin du lac l'énorme quantité de 157 millimètres (Observatoire de Genève) d'eau en 24 heures, et qui a accumulé dans le lac, dans le même laps de temps, un peu plus de 200 millions de mètres cubes d'eau, en sus de ce qui s'écoulait à Genève. Il est vrai que le barrage à rideaux avait été fermé pour empêcher autant que possible l'Arve déjà très grosse de faire refluer le Rhône et trop diminuer la chute sur les turbines. On se souvient que l'orage n'a pas sévi dans le Valais, de sorte que, à son entrée dans le lac, le Rhône avait presque conservé son débit ordinaire. Ce sont donc la chute de pluie directement dans le lac et les affluents secondaires qui ont déterminé cette crue sans précédent.

NOTE

SUR LA

RÉGULARISATION DU LAC LÉMAN EN 1888

PAR

M. Th. TURRETTINI

Avec planche IV.

La Convention intercantonale signée le 17 décembre 1884 entre la Confédération d'une part, et les États de Genève, Vaud et Valais, d'autre part, avait pour but la régularisation du niveau des eaux du Lac Léman.

Les travaux destinés à cette régularisation avaient été étudiés par la Ville de Genève simultanément avec l'Utilisation des forces motrices du Rhône, de telle façon que les deux opérations pussent se faire successivement et sans se nuire mutuellement.

La Ville de Genève, par convention du 23 janvier 1886, s'engagea vis-à-vis de l'État de Genève à relever celui-ci des obligations qu'il avait dû prendre pour l'exécution des travaux de régularisation du lac.

La durée des travaux devait être de cinq années au maximum, à partir du 17 novembre 1885.

Aujourd'hui, les travaux sont près d'être terminés et déjà, pendant l'année 1888, le niveau du Léman a pu être réglé sur les bases prévues à la convention.

Les résultats obtenus sont résumés dans les lignes qui suivent, auxquelles est adjointe une planche (Planche IV) donnant divers tracés graphiques.

Il y a lieu d'observer que les résultats obtenus eussent été plus satisfaisants encore, si les travaux avaient été entièrement terminés, c'est-à-dire : 1° Si le port avait été dragué, opération qui va se commencer incessamment ; 2° Si dans l'été 1888, le bras gauche du Rhône avait pu débiter d'une façon normale, tandis que l'achèvement de la seconde partie du bâtiment des turbines n'a permis qu'un écoulement par ce bras, de 90 à 100 mètres cubes par seconde au lieu de 200^{m} prévus au projet de régularisation ; 3° Si les draguages du Rhône avaient été terminés jusqu'à la Jonction du Rhône et de l'Arve, draguages qui ne seront achevés que dans le courant du printemps 1889.

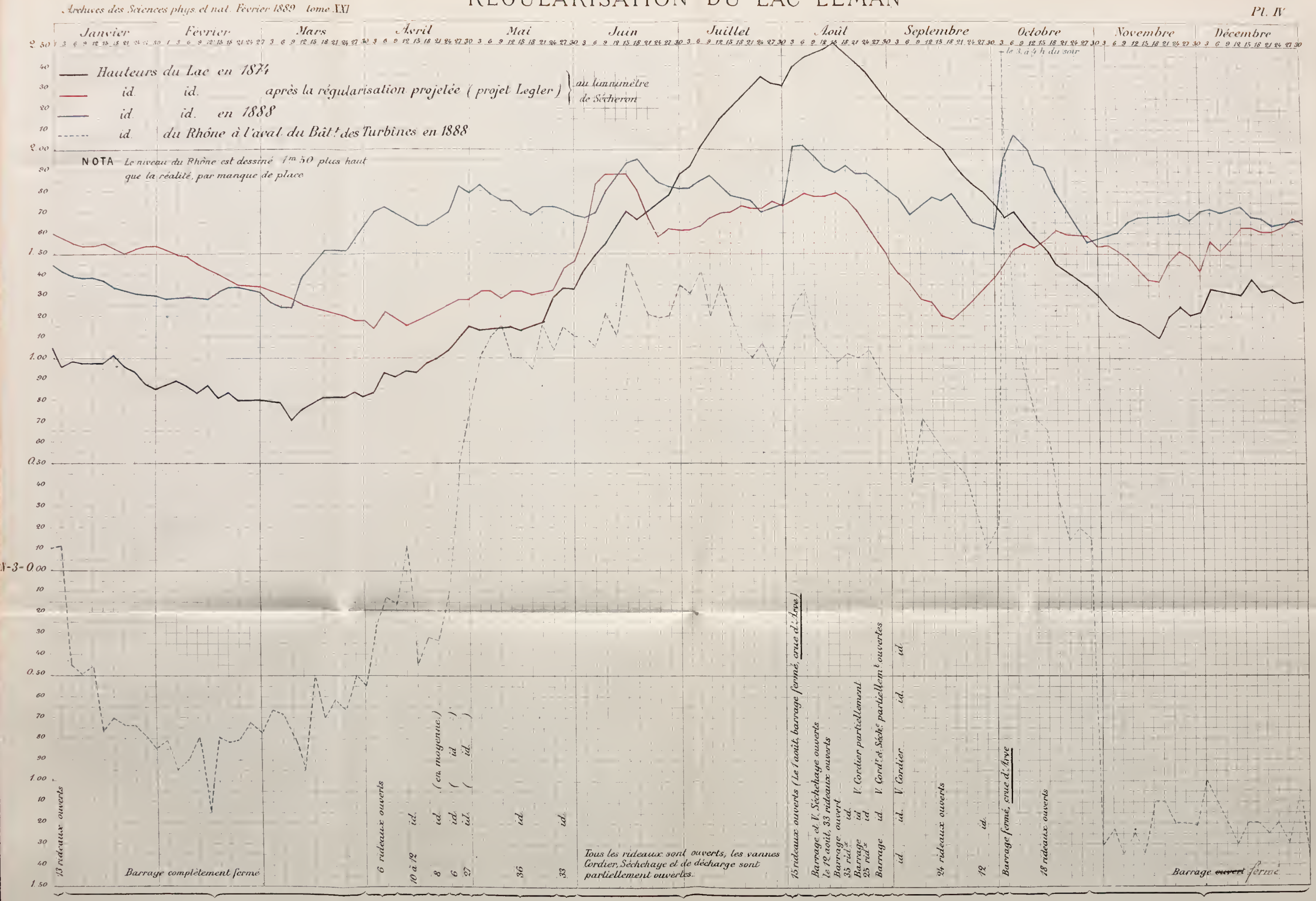
Une fois ces différents travaux terminés, la Ville de Genève pourra conserver la chute utile nécessaire au fonctionnement de ses turbines, tout en augmentant encore de 60 à 100 mètres cubes par seconde, le débit du Rhône. Cette augmentation de débit aurait eu, en 1888, une influence considérable pour abaisser encore le niveau du lac.

Pour rendre plus clair le tableau graphique annexé au présent mémoire, je rappellerai en quelques mots : d'une part, les repères servant à la limnimétrie du lac ; d'autre part, les niveaux anciens atteints par le lac, comme hautes et basses eaux, comparés au niveau de 1888, et enfin les niveaux probables du lac, une fois les travaux de régularisation entièrement terminés.

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Archives des Sciences phys. et nat. Février 1889 tome XXI

RÉGULARISATION DU LAC LÉMAN



LITH. DUC GENÈVE

La limnimétrie du lac est rapportée au repère de la Pierre du Niton : PN, situé dans le port de Genève. La cote adoptée pour ce répère est : PN = 376^{m},64 au-dessus du niveau de la mer. Les cotes prévues à la Convention intercantonale pour la régularisation sont toutes calculées par rapport à PN.

Le limnimètre auquel M. l'ingénieur Legler (auteur du projet de régularisation, et expert, à la fois, pour l'État de Vaud et la Ville de Genève) a rapporté son projet de niveau futur était situé contre une des piles du pont du Mont-Blanc à la sortie du Rhône dans le port de Genève.

Le limnimètre où se font depuis quelques cinquante ans les observations du niveau du lac par l'Observatoire de Genève et le Service des Eaux se trouve placé au Jardin Anglais, soit à quelques mètres seulement du limnimètre qui a servi aux calculs de M. Legler. L'Observatoire de Genève, afin d'obtenir des lectures positives du niveau du lac, a adopté comme 0 normal de la limnimétrie du Lac, un plan de comparaison « ZL » placé à 3 mètres au-dessous du repère PN. Les lectures du limnimètre du Jardin Anglais sont corrigées de façon à ramener au 0 normal « ZL. »

Les lectures faites soit au limnimètre du pont du Mont-Blanc de M. Legler, soit au limnimètre du Jardin Anglais indiquent donc le niveau du lac dans le port de Genève.

Or, l'étranglement produit par le resserrement des rives du lac aux abords de Genève, par le relèvement du fond sur le banc du Travers et par la passe des jetées de Genève, produisent une pente superficielle fort appréciable, dès en amont des jetées ; aussi le niveau proprement dit du lac en dehors de celles-ci, peut dépasser en hautes eaux

de 10 à 12 centimètres le niveau du port aux limnimètres cités plus haut.

M. Ph. Plantamour a relevé dès 1874 les niveaux du lac en dehors des jetées, devant sa villa de Sécheron. Ces niveaux sont inscrits avec une fort grande exactitude par un limnimètre enregistreur, qui permet d'établir une cote moyenne exacte pour chaque jour de l'année par une moyenne calculée de toutes les oscillations diurnes.

Le 0 du limnimètre de Sécheron est à 3^{m} sous PN soit à la cote du 0 normal « ZL ». Les indications de niveau conteuues dans ce mémoire sont en ce qui concerne le lac, toutes rapportées au limnimètre de Sécheron.

Ceci dit, rappelons en quelques mots les niveaux auquel a atteint le lac pendant le courant de ce siècle.

Hautes Eaux. Maxima.

1807	ZL + 2,812	E. Plantamour, Remarques critiques, etc., 1881.
1809	2,827	
1816	3,205	
1817	3,211	
1821	2,812	
1824	2,786	
1846	2,960	(au Jardin Anglais 2,858).
1874	2,530	(année qui a servi pour le calcul du projet de régularisation).
1877	2,755	
1879	2,780	
1888	2,024	(maximum d'été).

Basses Eaux. Minima.

1846	ZL + 0,389	
1858	0,622	
1874	0,550	(année ayant servi à calculer le projet de régularisation).
1888	1,230	

Il résulte de ces chiffres :

a. que les variations maxima ont atteint dans ce siècle 2^{m},822, différence entre le maximum de 1817 et le minimum de 1840;

b. que les variations de l'année 1874, qui a servi de base au projet, ont été de 1^{m},980;

c. qu'elles n'ont été en 1888 que de 0^{m},784 seulement.

Il est à noter que j'ai éliminé de ces calculs le maximum d'octobre 1888, ZL + 2^{m},108 provenant de la pluie torrentielle des 2 et 3 octobre, maximum atteint par le fait de la fermeture complète du barrage, destinée à atténuer les désastres produits par la crue de l'Arve dans la vallée du Rhône en aval de Genève. Vu la saison, une crue du lac ne pouvait présenter aucun inconvénient.

Le projet de régularisation de l'année 1874 (voir Utilisation des forces motrices du Rhône, mémoire de M. Legler) contenait, pour chaque jour de l'année, la cote qu'aurait atteint le lac, si la régularisation projetée avait déjà été opérée. La courbe représentative de ce niveau idéal est rapportée, dans le travail de M. Legler, au niveau du lac au limnimètre placé à l'amont du pont du Mont-Blanc. J'ai, dans le tableau annexé à ce mémoire, tracé cette même courbe (courbe rouge) mais en la rapportant au limnimètre de Sécheron, c'est-à-dire, en y ajoutant pour chaque jour la pente superficielle de Sécheron au pont du Mont-Blanc. Cette courbe rouge donne donc le niveau idéal du lac en 1874, en dehors des jetées. Il ressort de cette courbe que le niveau maximum corrigé du lac aurait atteint en 1874 (à Sécheron) la cote de ZL + 1^{m},890 et le niveau minimum ZL + 1^{m},140, correspondant à une variation de 0^{m},750. Or, j'ai indi-

qué que la variation de 1888 avait atteint 0m,784, soit presque exactement le même chiffre. Comme je l'ai dit plus haut, il est probable que la variation de 1888 eût été même inférieure aux calculs pour 1874, si les travaux de correction du Rhône eussent été entièrement achevés.

Le tableau annexé à ce mémoire contient :

1° Les courbes de niveau du lac en 1874 (cotes réelles et cotes calculées en supposant les travaux terminés).

2° La courbe du niveau du lac en 1888.

3° La courbe du niveau du Rhône au limnimètre placé immédiatement en aval du bâtiment des turbines à la Coulouvrenière.

4° Les indications sur les diverses manœuvres des barrages.

Je rappellerai que les différents barrages du Rhône qui peuvent servir à faire varier son écoulement sont :

Sur le bras droit du Rhône.

1° Le barrage à rideaux (Syst. Caméré), composé de 39 rideaux de 1m,16 de largeur chacun. La largeur totale de ce barrage est de 45m,60 et la hauteur de retenue de 3m,20.

2° Les anciens coursiers des roues Cordier et de la roue Callon dans l'ancien bâtiment des machines hydrauliques dont les seuils ont été abaissés au niveau du seuil du barrage à rideaux ; les trois coursiers donnant ensemble une largeur d'écoulement de 18m.

3° Le vannage dit « Séchehaye, » large de 15m, placé entre l'ancien bâtiment de la machine et la tête amont de l'Ile ; le vannage est composé de 5 panneaux mobiles de 3m,50 de retenue.

Sur le bras gauche.

4° Les vannes de décharges, situées en aval de l'Ile, de 36^{m} d'ouverture et de 3^{m},50 de retenue, composées de 12 vannes de 3^{m} d'ouverture chacune.

5° Les 20 coursiers des turbines placés dans le bâtiment des turbines ; chaque coursier est muni d'une double vanne d'introduction ayant une largeur de 5^{m},50 et une hauteur de retenue de 3^{m},50.

Comme on le voit par le tableau annexé, il n'y a pas eu lieu d'user en 1888 du pouvoir émissif total de tous ces barrages ; entre autres, l'écoulement par le bâtiment des turbines n'a eu lieu que par les six turbines en fonction dans l'année 1888 correspondant chacune à un écoulement de 13^{m} cubes par seconde.

LaConvention intercantonale concernant la régularisation du Léman s'exprime ainsi en ce qui concerne les maximums du barrage mobile et des vannes de décharge :

« L'État de Genève est chargé de l'ouverture et de la « fermeture du barrage mobile et des vannes de décharge « prévus dans le projet annexé à la présente Conven- « tion.

« L'État de Genève s'engage à faire exécuter les « manœuvres du barrage et des vannes de décharge de « façon à chercher à maintenir le niveau du lac entre « les cotes PN — 1,30 (ZL + 1,70 au limnimètre nor- « mal) et PN — 1,90 (ZL + 1,10 au limnimètre « normal).

« Il est admis en principe que le grand barrage mobile « du bras droit sera ouvert du 1er juin au 30 septembre

« et fermé partiellement ou entièrement du 1er octobre « au 31 mai suivant les conditions spéciales du niveau « du lac. Toutefois les manœuvres du barrage mobile et « des vannes de décharge formeront l'objet d'un règlement « spécial qui pourra apporter aux dispositions de l'alinéa « précédent, les exceptions nécessaires pour maintenir le « niveau du lac entre les cotes PN — 1m,30 et PN — « 1m,90. Ce règlement sera établi à l'achèvement des « installations et sera soumis à revision après une expé- « rience de cinq ans. »

L'année 1888 a servi de période d'étude à l'élaboration de ce règlement. Les hautes eaux du lac commencent à devenir dommageables à la cote PN — 0m,75 soit au limnimètre normal à la cote ZL + 2m,25. Il y a donc lieu de prévoir, dans le règlement à l'étude, que, le barrage à rideaux étant nécessairement entièrement ouvert, de par la Convention, à la cote PN — 1m,30, tous les autres vannages de décharge soient successivement ouverts, de façon que le pouvoir émissif atteigne son maximum à la cote PN — 0m,90, soit quinze centimètres au-dessous des eaux dommageables.

Il est intéressant de voir, dans la courbe du Rhône tracée en pointillé bleu, l'influence qu'a eue la crue exceptionnelle de l'Arve, le 3 octobre, jusqu'au bâtiment des turbines.

Comme, à ce moment, le débit du Rhône était complètement arrêté par la fermeture du barrage, la pente superficielle du Rhône, du bâtiment des turbines à la jonction avec l'Arve était nulle.

Le niveau de l'Arve à la Jonction a donc atteint la cote ZL + 0m,95.

Si l'on compare cette cote au niveau des anciennes basses eaux du lac, on reconnaît que la légende qui raconte que l'Arve est rentrée à diverses époques dans le lac en faisant tourner les moulins à l'envers, n'a rien d'invraisemblable, car l'Arve a atteint une cote de 0^m,55 supérieure au minimum du Lac en 1840.

LA
CAPACITÉ DU LAC LÉMAN

PAR

M. F.-A. FOREL
Professeur.

Plusieurs auteurs se sont occupés dernièrement de la capacité, c'est-à-dire du cube du lac, et de la quantité d'eau qu'y apporte le Rhône, son principal affluent. Les uns estiment que l'eau du Rhône du Valais y séjourne des centaines d'années avant d'arriver à l'émissaire de Genève[1]; les autres calculent que le Rhône du Valais emploierait de 68 à 106 ans pour remplir le lac, à supposer que celui-ci eût été vidé[2].

Je voudrais reprendre ce calcul sur quelques bases nouvelles et arriver à des chiffres plus rapprochés de la vérité.

On admet pour le volume du lac 90 milliards de mètres cubes; c'est un chiffre moyen des deux extrêmes, 80 à

[1] Fol et Dunant, *Arch. des sc. phys. et nat.*, 1885, XIII, 115.
[2] *Estafette* de Lausanne, 6 mars 1887.

100 milliards, que j'ai obtenus par deux procédés différents de supputation. Nous n'aurons un chiffre plus précis que le jour, trop lent à venir, où la carte hydrographique du Léman sera enfin terminée[1].

Pour le débit du Rhône du Valais, le correspondant de l'*Estafette* a choisi la valeur de 27 m^3 à la seconde. C'est le chiffre obtenu en février 1858 par MM. L. Dufour et F. Burnier[2]. Mais ce jaugeage, exécuté à la suite d'une période prolongée de grande sécheresse, ne donne qu'une valeur minimale et non la moyenne de l'année.

Voici quelques autres estimations sur lesquelles je me fonderai.

M. l'ingénieur R. Lauterburg, de Berne, dans ses études sur le débit des fleuves suisses [3], évalue comme suit le débit par seconde du Rhône du Valais :

[1] Pour achever le lever de cette carte, il ne reste plus au commencement de l'année 1889 que la partie des eaux vaudoises qui s'étendent de Rolle à Coppet. En effet, les eaux genevoises ont été levées et publiées en 1875 par le major Ed. Pictet; les eaux françaises ont été levées en grande partie en 1887 par les soins de M. A. Delebecque, ingénieur des ponts et chaussées de l'arrondissement de Thonon, et ont été terminées dans l'été de 1888 ; le Haut-lac français, valaisan et vaudois, feuilles 460, 464, 465 et 467 de l'atlas Siegfried, ont été levées en 1885 par M. J. Hörnlimann, ingénieur du bureau topographique fédéral ; les feuilles 438 *bis* et 440 ont été levées en 1873 par M. Ph. Gosset, du même bureau, publiées en première édition en 1874 et revisées en 1886 par M. J. Hörnlimann; les feuilles 437, Morges, 436, Allaman, et 436 *bis*, Rolle, ont été levées en 1888 par M. Hörnlimann. Nous avons le droit d'espérer que les trois dernières feuilles 443, 445 et 446 seront enfin terminées en 1889. Cet heureux achèvement d'un grand œuvre sera salué avec joie par tous ceux qui s'intéressent à l'histoire naturelle du lac Léman.

[2] *Bull. S. V. S. N.*, VI, 6. Lausanne, 1861.

[3] R. Lauterburg, *Versuch zur Aufstellung der schw. Stromabflussmengen*, p. 65. Bern, 1876.

Débit	moyen	annuel.	199 m^3
»	»	de l'hiver.	58 »
»	»	de l'été.	737 »
»	exceptionnel en temps d'inondation. .		1692 »

Ce dernier chiffre est probablement trop élevé: la plus forte crue connue du lac [1], celle du 24 mai 1878, m'a donné pour le débit total de tous les affluents du lac une valeur de 1475 m^3 à la seconde [2].

Dans un travail précédent [3], j'ai donné les éléments d'un calcul basé sur une formule de M. l'ingénieur A. Bürkli-Ziegler, de Zurich, qui m'a permis de calculer le débit du Rhône d'après la hauteur des eaux du fleuve, mesurée à la Porte du Scex et au pont de Collombey. J'ai fait ce calcul pour les années 1879 et 1886 et je suis arrivé pour le débit moyen annuel aux chiffres de 200 m^3 à la seconde pour 1879, de 142 m^3 pour 1886. La valeur du débit de 1879 est plus sûre que celle de 1886, la première de ces dates étant plus rapprochée de l'époque où ont été faits les jaugeages servant de base à la formule de M. Bürkli. En revanche, l'année 1879 était une année exceptionnelle par les eaux très hautes de l'été. La hauteur moyenne du lac a été, en 1879, de 427 mm. au dessus de la moyenne annuelle des soixantes années anté-

[1] Je ne parle pas ici de l'énorme crue du 2-3 octobre 1888, dans laquelle le lac s'est élevé en 24 heures de 234 mm. Cette crue a été causée presque uniquement par la pluie tombée dans le lac et par le débordement des affluents directs du lac, aidés par la fermeture complète du barrage de Genève. Le Rhône du Valais n'a point subi de crue à cette occasion.

[2] F.-A. Forel, Limnimétrie du Léman, IV[e] série. *Bull. S. V. S. N.* XVI, 641. Lausanne, 1879.

[3] F.-A. Forel, Le ravin sous-lacustre du Rhône. *Bull. S. V. S. N.*, XXIII, p. 90. Lausanne, 1887.

rieures; le maximum de l'été a dépassé de 504 mm. la moyenne des maximums des soixante-quinze années précédentes.

Les observations faites à Genève en 1874 par les soins du Bureau vaudois des Ponts et Chaussées m'ont fourni les éléments d'un autre calcul. Une dizaine d'échelles limnimétriques et fluviométriques avaient été établies dans le port de Genève et dans le Rhône, et un employé y faisait chaque jour la lecture de la hauteur de l'eau. J'ai choisi celles du limnimètre Q, situé à la Coulouvrenière, parce que cette localité est au-dessous du pont de la Machine et parce que c'était le lieu des jaugeages opérés par MM. Pestalozzi et Légler.

J'avais donc la hauteur moyenne mensuelle du Rhône à la Coulouvrenière; les jaugeages des experts vaudois me permettaient d'en déduire le débit moyen du fleuve pour cette hauteur de l'eau, et par suite de calculer le débit total du fleuve pendant chaque mois. Une addition me donnait le débit total du fleuve pendant l'année entière. Cette quantité d'eau qui s'est écoulée sous les ponts de Genève en 1874 a été de 6 940 512 mille m³.

Or le lac était, au 1er janvier 1874, à la cote 1.080 m. du limnimètre; au 31 décembre, il était à 1.245 m. Son niveau était donc de 165 mm. plus élevé à la fin de l'année qu'au commencement, c'est-à-dire qu'il était entré plus d'eau qu'il n'en était sorti. La superficie totale du lac étant de 578 km², une couche de 165 mm. sur le lac représente un volume de 95 370 mille m³.

Si j'ajoute ce chiffre à la quantité d'eau écoulée par le Rhône de Genève pendant l'année, j'aurai donc la quantité d'eau apportée dans le lac par les affluents divers. Cela me donne un total d'entrée de 7 035 883 mille m³ ou un débit moyen d'entrée de 223 m³ par seconde.

Si l'on déduit de ce chiffre environ 25 m^3 par seconde pour l'eau entrée directement dans le lac par les affluents autres que le Rhône, par la pluie et la condensation à la surface de l'eau, on voit que le débit moyen du Rhône a dû être de quelque peu inférieur à 200 m^3 à la seconde.

Quel a été l'état hygrométrique de cette année 1874 ? Si je me reporte aux observations météorologiques de Genève, je vois que, par rapport à la normale, la température moyenne de l'année a été . . . . . + 0.13°

la température moyenne	de l'été	+ 0.65°
l'humidité absolue	de l'année. . . .	— 0.15 mm.
»	de l'été	+ 0.30 mm.
la haut. d'eau météorique	de l'année	— 254 mm.
»	de l'été	+ 3 mm.

La hauteur moyenne du lac a été, en 1874, de.			1.428 m.
tandis que la normale de	1851-1875	était	1.468 m.
»	1818-1880	»	1.349 m.

Cette année 1874 doit être considérée comme étant à peu près une année normale, plutôt un peu au-dessus de la moyenne, pour ce qui regarde le débit des affluents du lac.

De ces différents calculs, j'arrive à conclure que le débit moyen du Rhône du Valais doit être probablement entre 180 et 200 m^3 à la seconde.

Suivant que nous adoptons l'un ou l'autre chiffre, nous trouverons que le volume total du lac serait rempli par le Rhône, coulant seul, en 16 ou 14 années.

Il y a loin de cela aux centaines d'années que réclame le préjugé auquel j'ai fait allusion.

Est-ce à dire que toute l'eau du Rhône traverse le lac

en une quinzaine d'années? que certaines parties de cette eau n'y séjournent pas plus longtemps? Non, certainement non. Suivant les hasards des vents et des courants, certaines parties de l'eau apportée aujourd'hui par le Rhône arriveront fort vite à Genève et pourront ressortir du lac dans deux ans, dans un an, peut-être même plus tôt; d'autres parties, immobilisées dans les grands fonds du lac ou saisies par des remous, peuvent, au contraire, y séjourner presque indéfiniment. Le chiffre de 14 à 16 ans représente la moyenne du temps que l'eau du Rhône séjourne dans le lac Léman.

Le Rhône apporte constamment dans le Léman sa charge d'alluvion en suspension, qui se dépose au fond du lac et tend à le combler.

En combien d'années le lac Léman sera-t-il comblé? Cette question intéresse la géologie. Si l'on pouvait lui donner une réponse, on y trouverait une notion sur l'activité des phénomènes d'alluvion.

Sans espérer une solution complète et précise, je crois cependant avoir les éléments d'une réponse provisoire, en me basant sur les données que je possède pour l'année 1886.

Ainsi que je l'ai exposé dans mon étude sur le Ravin sous-lacustre du Rhône[1], j'ai calculé le débit du Rhône du Valais pour les 12 mois de l'année 1886.

D'autre part j'ai, par les analyses partielles de M. B. Buenzod, de Morges, la charge en alluvion impalpable de 15 échantillons d'eau puisés à des époques diverses de la même année par M. le chanoine Besse, de Saint-Mau-

[1] Loc. cit., p. 91.

rice. Je répète ici les valeurs de ces analyses qui seront intéressantes pour plusieurs. Je les donne dans le tableau suivant, qui exprime en grammes par litre la teneur en alluvion suspendue déterminée par filtration, et la teneur en sels dissous déterminée par évaporation à siccité; je mets en regard de ces chiffres, d'une part la température du fleuve telle qu'elle a été mesurée par les gendarmes du poste vaudois de Saint-Maurice, d'une autre part le débit approximatif du fleuve, en mètres cubes à la seconde, calculé comme nous l'avons dit plus haut, d'après la hauteur des eaux aux échelles du pont de Collombey et de la Porte du Scex.

N°	Date.	Débit du fleuve.	Température de l'eau.	Matières dissoutes.	Matières suspendues.
I	11 janvier.....	48^{m3}.	0.0°	0.23 gr.	0.065 gr.
II	21 février......	40	2.7	0.23	0.08
III	17 mars.......	42	4.2	0.25	0.039
IV	22 »	62	7.2	0.25	0.29
V	2 avril.......	80	9.7	0.28	0.33
VI	27 »	87	11.5	0.23	0.85
VII	12 mai........	102	12.2	0.25	1.20
VIII	21 »	195	12.7	0.25	1.85
IX	7 juin........	257	9.7	0.23	1.52
X	6 juillet......	365	10.7	0.24	2.25
XI	30 »	298	9.7	0.19	0.89
XII	21 août........	210	10.2	8.19	0.23
XIII	29 septembre..	119	10.2	0.18	0.40
XIV	21 octobre.....	114	7.7	0.185	1.05
XV	26 novembre...	74	1.7	0.192	0.15

Divers faits intéressants apparaissent de suite dans ces séries de chiffres :

a. Les matières dissoutes sont en quantités peu variables, oscillant autour de 24 centigrammes par litre de résidu sec dans la première moitié de l'année, oscillant autour de 19 centigrammes dans la deuxième moitié.

b. Cette teneur en sels dissous est notablement supérieure à celle des eaux du lac, que nous savons être de 17 centigr. par litre. Donc une partie des sels dissous dans l'eau du Rhône se précipitent, par un procédé quelconque dans le lac.

c. La teneur en alluvion suspendue varie considérablement : en hiver elle est à peu près nulle, et les eaux du fleuve, d'un bleu à peine teinté de vert, sont presque limpides; elle s'élève dès le premier printemps, lors de la fonte des neiges basses, pour arriver à un maximum en été où elle dépasse 2 gr. par litre. Les eaux sont alors d'un gris jaunâtre et presque absolument opaques; elles forment un écran impénétrable à l'œil sous quelques centimètres d'épaisseur. En automne, les eaux redeviennent limpides et perdent leur charge d'alluvion.

d. La teneur d'alluvion en suspension croît à peu près régulièrement, en fonction directe de la hauteur des eaux du fleuve et de son débit [1].

Ne nous occupons maintenant que de l'alluvion suspendue, du limon impalpable transporté par les eaux du fleuve.

En rapportant cette teneur en alluvion à la hauteur du fleuve aux jours de la prise d'eau, j'ai reconnu que la charge varie notablement suivant que le fleuve est en crue ou en décrue. J'ai corrigé par la méthode graphique

[1] Une étude complète de la composition chimique de l'eau du Rhône et de ses variations serait du plus grand intérêt, et je ne saurais trop la recommander aux riverains de ce cours d'eau. Si l'on veut se rendre compte de la foule de faits curieux et importants que l'on peut tirer d'une telle recherche, que l'on consulte la remarquable étude sur les eaux de la Meuse, publiée en 1884 par MM. W. Spring et E. Prost, à Liège (*Annales de la Soc. géol. de Belgique*, XI, 123, 1884).

les irrégularités expérimentales et j'ai dressé le tableau suivant, donnant la charge d'alluvion en grammes par mètre cube, pour les différents débits du fleuve, soit en crue, soit en décrue :

Débit du Rhône. m³. par seconde.	Charge d'alluvion (grammes par m³). En crue.	En décrue.
40	80	40
80	550	200
120	950	400
160	1250	630
200	1530	810
240	1740	990
280	1940	1160
320	2100	—
360	2250	—

D'après ce tableau, j'établis la charge d'alluvion de l'année 1886 :

	Débit par seconde. m³	Charge par m³ d'eau. gr.	Charge par seconde. kgr.
Janvier.........	47.0	120	6
Février.........	45.2	70	3
Mars...........	57.3	250	14
Avril...........	79.2	550	44
Mai............	132.2	1050	139
Juin...........	198.8	1530	304
Juillet..........	381.7	2320	886
Août...........	281.7	1180	332
Septembre......	227.2	940	214
Octobre........	132.2	430	53
Novembre.......	84.3	220	19
Décembre......	47.8	40	2

Soit en moyenne 168 kilogrammes d'alluvion transportés par seconde pendant toute l'année.

Cela représente 14 515 tonnes de transport par jour; 5297 mille tonnes de transport par an.

La densité de l'argile lacustre moderne du lac Léman étant 2,6 [1], nous calculons que 5297 mille tonnes d'alluvion représentent 2 038 mille m^3.

Le transport du Rhône dans le lac Léman aurait donc été en 1886 d'environ deux millions de mètres cubes.

Discutons la signification de ce chiffre :

1° L'année 1886 a été une année à peu près moyenne. D'après les observations de Genève et du Saint-Bernard, l'année (météorologique) a été :

Pour la température :

A Genève de . . . 0 54° au-dessus de la normale;
Au Saint-Bernard de 0 11° id.

Pour la pluie (hauteur totale de la chute d'eau) :

A Genève de . . . 68 2^{mm} au-dessus de la normale;
Au Saint-Bernard de 210 4^{mm} »

L'année a donc été une année chaude et humide.

Cependant le débit du Rhône a été relativement faible, 142 m^3 en moyenne par seconde, tandis que l'année 1879 nous avait donné 200 m^3.

De ce chef, le chiffre du transport doit être à peu près une valeur moyenne.

2° Nous n'avons tenu compte que de l'alluvion impalpable, en suspension à la surface du courant du fleuve, là où était puisée l'eau des échantillons. Il y a évidemment un transport considérable de galets, graviers et sables qui sont charriés sur le lit du fleuve et dont la valeur nous a échappé.

De ce chef, notre chiffre du transport doit être beaucoup trop faible. Il est donc un minimum.

[1] D'après l'étude de M. le professeur E. Chuard, de Lausanne.

3° Nous n'avons pas tenu compte des crues extraordinaires dues à une catastrophe, éboulement de montagne, glissements de terrains, rupture de lac temporaire, etc., qui amènent dans le lac en quelques heures des milliers et des milliers de mètres cubes d'alluvion. L'année 1886 n'a pas présenté d'événement de ce genre.

De ce chef encore, notre chiffre du transport doit donc être un minimum.

Nous pouvons donc affirmer que le transport de l'alluvion du Rhône doit dépasser notablement, année moyenne, le volume de 2 millions de mètres cubes.

Deux millions de mètres cubes ! Nous pouvons admettre que la région profonde du Grand-lac dans laquelle se dépose cette alluvion est à peu près le tiers de la superficie totale du Léman. Attribuons-lui 200 km². Réparti sur cette superficie, le transport annuel du fleuve y déposerait une couche d'un centimètre d'épaisseur. En un siècle, le fond du lac se relèverait d'un mètre.

Deux millions de mètres cubes d'alluvion sont versés par an dans un bassin de 90 milliards m³ de volume. Cela signifie qu'en 45 mille ans le bassin du lac sera comblé.

Mais le chiffre de transport étant, comme nous l'avons vu, un minimum, il en résulte que ce nombre d'années est un maximum et que nous devons dire : En moins de 45 mille ans, le bassin sera comblé.

En moins de 450 siècles il se sera formé dans l'ancien bassin du Léman, dont la superficie totale était de 578 km², une couche de plus de 300 m. d'épaisseur au point le plus profond.

Dans moins de 450 siècles, la plaine du Rhône qui commence à la cluse de St-Maurice et s'arrête actuellement à Villeneuve et le Bouveret, arrivera jusqu'à Genève et le lac Léman n'existera plus.

Je corrige dans ces termes le résultat de calculs analogues, mais beaucoup plus incertains, qui m'avaient fait dire en 1870 [1] que le comblement probable du lac durerait moins de 300 mille ans.

J'arrive même à une conclusion générale plus importante. Dans mon Essai de Chronologie archéologique, j'avais montré que, depuis l'époque glaciaire, le Rhône du Valais avait comblé une partie de ce qui était au début le lac Léman, lequel commençait alors à la cluse de St-Maurice; que les alluvions du fleuve alpin, d'une part avaient surélevé le fond du lac d'une quantité à nous inconnue, d'une autre part avaient diminué la superficie totale du lac d'une quantité égale à 150 kilomètres carrés, soit au cinquième environ de la superficie du lac primitif. Si le lac Léman, disais-je alors, qui mesure actuellement 578 km², doit être comblé en 300 mille ans, quelle a été la durée nécessaire pour le comblement de la partie qui s'étendait de St-Maurice à Villeneuve et Bouveret, et qui mesurait 150 km² ? Ce n'est pas un nombre infini de siècles, ce ne sont pas des millions d'années qui se sont écoulés depuis l'époque glaciaire; c'est par centaines de mille ans que cette durée doit se chiffrer.

La correction importante que je fais aujourd'hui à ces calculs me fait changer aussi cette conclusion, et, en suivant le même raisonnement, j'arrive à énoncer l'impression que la durée du temps qui s'est écoulé depuis l'époque glaciaire jusqu'à nous doit se chiffrer par dizaines de milliers d'années seulement.

[1] F.-A. Forel, Essai de Chronologie archéologique. *Bull. S. V. S. N.*, X, 587. Lausanne, 1870.

ESSAI D'UNE APPLICATION DES PRINCIPES DE LA MÉCANIQUE

A

L'ÉCOULEMENT DES GLACIERS

PAR

M. le Dr A.-A. ODIN
Professeur à l'Académie de Lausanne.

(Extrait d'un mémoire publié dans le *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles,* t. XXIV, nº 98.)

En août dernier, nous eûmes, M. le prof. Dr Forel et moi, un entretien sur la question si controversée de l'écoulement des glaciers ; M. Forel ayant soulevé la difficulté de trouver les causes de la périodicité des phases de crue et de décrue, me demanda si je croyais qu'il fût possible d'y arriver par voie mathématique. Au premier abord, la chose me parut trop hasardée pour l'entreprendre, mais en y réfléchissant mûrement, je me persuadai qu'il serait utile d'examiner de près une question aussi intéressante. Je l'ai fait, et, après de nombreuses tentatives, je suis arrivé, non à résoudre la difficulté elle-même, mais à en dégager la question primordiale des lois qui

président à l'écoulement d'un glacier. Quant au problème lui-même posé par M. le prof. Forel, je crois nécessaire, pour chercher à le résoudre, d'attendre que les résultats des observations du C. A. S. sur le glacier du Rhône aient été publiés et qu'on ait pu juger du degré d'exactitude des formules que j'ai établies.

J'exprime ici à MM. les professeurs F.-A. Forel, à Morges, et Hagenbach, à Bâle, toute ma reconnaissance pour les bienveillantes indications qu'ils m'ont données, ainsi que pour le grand intérêt qu'ils ont porté à cet « Essai. »

L'écoulement d'un glacier étant un phénomène excessivement complexe, il ne peut être étudié mathématiquement qu'en négligeant plusieurs phénomènes accessoires et en faisant certaines hypothèses sur la forme et la constitution du névé et du glacier. Voici comment il me paraît que la question peut être envisagée.

Les glaciers ont toujours une forme très irrégulière qui ne se prête pas à un calcul exact ; par contre, si l'on se contente d'un résultat approximatif, on peut supposer que tout glacier, sauf quelques exceptions, se compose de deux ou de plusieurs canaux prismatiques à profils rectangulaires ; l'un de ces canaux, large et rapide, représentera le névé ; sa profondeur ira en croissant de la partie supérieure à la partie inférieure ; un autre canal, en général plus long, moins large et moins rapide, représentera le glacier ; la profondeur de la glace dans ce canal ira en décroissant de la partie supérieure à la partie inférieure. Si le glacier fait un coude, ce qui est fort souvent le cas, on le supposera formé de deux canaux droits.

L'étude de l'écoulement d'un glacier est donc ramenée à celle de l'écoulement d'une masse de neige ou de glace

renfermée dans un canal prismatique rectangulaire; l'épaisseur de cette glace est variable, mais comme elle est très petite comparativement à la longueur du canal, nous pouvons considérer la surface supérieure et la surface inférieure de la glace comme étant sensiblement planes et parallèles entre elles.

En remplaçant le glacier par un simple canal rectangulaire, nous faisons tacitement abstraction des crevasses; bien qu'il y en ait de très grandes, elles n'atteignent guère la moraine profonde et ne peuvent ainsi modifier d'une manière appréciable la marche du glacier.

On sait que la vitesse de la glace est plus forte au milieu qu'au bord; les mesures prises sur le glacier du Rhône ont montré que la relation des vitesses à différentes distances des bords se conserve très exactement sur toute la longueur du glacier, et que les trajectoires des particules de glace sont sensiblement parallèles à son axe. Ceci étant admis comme parfaitement exact et la glace étant regardée comme incompressible, la vitesse devrait être constante pour tous les points d'un même filet parallèle à l'axe; mais, comme il y a un enlèvement de matière causé par l'ablation, la vitesse des différents points d'un même filet va en décroissant de la partie supérieure à la partie inférieure[1]. Toutefois, il n'y a dans le sens de la longueur de grandes variations de vitesses que près du front du glacier, c'est-à-dire dans la partie qui a le moins d'influence sur le mouvement général. Nous ne commettrons donc pas une grande erreur en supposant que la vitesse est constante pour tous les points d'un même filet.

Ce que nous venons de dire de la vitesse du glacier,

[1] F.-A. Forel, *Archives des sc. phys. et nat.*, t. VI, juillet 1881.

nous pouvons aussi le dire de celle du névé, quoique à la vérité avec moins de raison et moins de certitude; en effet, nous avons ici à compter avec le tassement des neiges, mais comme ce phénomène n'a pas encore été étudié jusqu'à présent d'une manière suffisante, il nous est impossible d'en tenir compte; s'il le fallait absolument, nous regarderions le névé comme formé non pas d'un seul canal, mais de deux canaux ou d'un nombre plus grand encore et il n'y aurait de cette manière rien de changé dans nos formules.

Les deux grands facteurs qui président aux mouvements des glaciers sont la pesanteur et les frottements. Nous n'avons rien à dire de la pesanteur; par contre, il est nécessaire que nous soyons fixés au sujet des frottements.

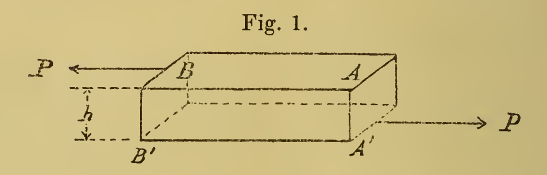
Lorsqu'une masse visqueuse coule, elle est soumise à deux espèces de frottements : le frottement externe, soit contre les parois du canal dans lequel la masse se meut et le frottement interne.

Dans le glacier, le frottement externe est celui de la glace contre les moraines, c'est le frottement d'un corps solide contre un autre corps solide. Comme on le fait en général, nous admettrons que pour des variations minimes de la vitesse relative des deux corps, le frottement est proportionnel à la vitesse et en même temps à la pression totale que les deux corps exercent l'un sur l'autre. Nous ne nous éloignerons guère de la vérité en admettant que cette pression est semblable à une pression hydrostatique, c'est-à-dire qu'elle est proportionnelle à l'épaisseur du glacier au point donné. Nous considérerons le coefficient de frottement externe comme variant avec la vitesse et avec la distance du point considéré au front du glacier,

mais comme étant le même pour tous les points d'une même section transversale du glacier ou du névé.

L'écoulement des glaciers n'étant pas autre chose qu'une déformation très lente produite sous l'influence de forces considérables, le frottement interne est toujours immense, surtout si on le compare à celui des liquides. Pour nous rendre un compte exact de sa valeur, considérons (fig. 1) une tranche de glace ABA'B' prise dans

Fig. 1.



l'intérieur du glacier et supposons qu'elle soit soumise à deux forces tangentielles égales et de sens contraires; soit P la valeur de chacune de ces forces par unité de surface; sous leur influence, la glace se déforme et le déplacement de AB par rapport à A'B' pendant le temps dt sera vdt, v étant la vitesse relative de AB par rapport à A'B'; tant que la force P restera la même, la vitesse v pourra être regardée comme indépendante du temps et comme proportionnelle à la force P; c'est au moins ce que les expériences faites jusqu'à présent confirment. Cela étant admis, il est facile de démontrer mathématiquement que la vitesse relative v est proportionnelle à l'épaisseur h de la tranche de glace. (Pour la démonstration, voir le mémoire complet.)

Une tranche de glace soumise à deux forces tangentielles égales et de sens contraire agissant sur ses faces, se déforme donc de telle manière que ces dernières acquièrent une vitesse relative qui est proportionnelle à l'intensité P

par unité de surface de chacune des deux forces et proportionnelle à l'épaisseur h de la tranche; elle est par conséquent donnée par la formule

$$v = \frac{1}{F} Ph.$$

dans laquelle F est une constante dépendant uniquement de la nature de la glace; nous l'appellerons *coefficient de frottement interne*.

Nous avons supposé jusqu'à présent que la plaque de glace n'était soumise en chacune de ses faces qu'à une seule force. En général, s'il y a différentes forces appliquées aux différents points ou si P est une fonction continue de l'épaisseur, nous devons restreindre notre formule à une partie assez mince de la plaque pour qu'il n'y ait à considérer que deux forces sensiblement égales et de sens contraire agissant sur les deux faces; soient alors dh l'épaisseur extrêmement mince de la partie ainsi considérée, et dv la vitesse relative de l'une de ses faces par rapport à l'autre; nous avons

$$dv = \frac{1}{F} Pdh.$$

En tirant la valeur de P de cette équation, nous obtenons la formule suivante :

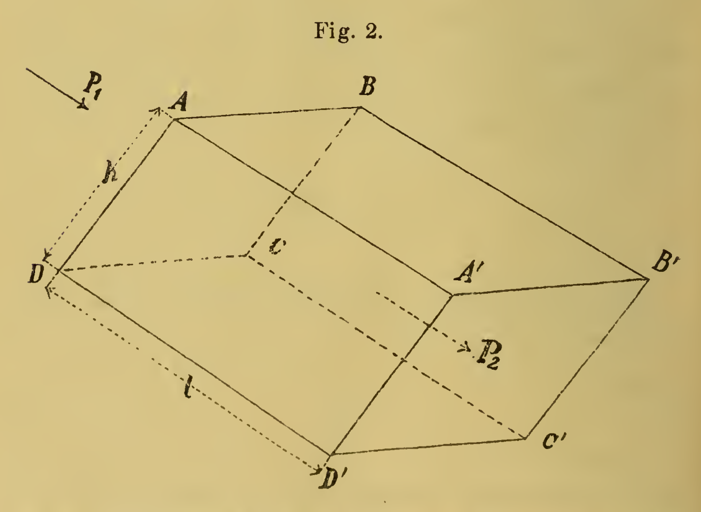
$$P = F \frac{dv}{dh}, \tag{1}$$

qui est applicable à la partie d'une tranche de glace voisine de sa surface et qui donne la force qui doit agir le long de cette surface pour déformer la glace.

Le coefficient de frottement interne F varie probablement peu avec la vitesse et ne dépend guère que de la nature de la glace, mais de quelle manière en dépend-il, c'est ce que nous ne savons pas; dans tous les cas, il doit être en relation avec les différentes pressions qui agissent sur la glace et qui par leurs variations en modifient assez rapidement la consistance, vu que dans un glacier, la glace est le plus souvent très près de son point de fusion. Malgré cela, nous admettrons, comme pour le frottement externe, qu'à un moment donné et pour une même section transversale du glacier ou du névé, F est constant. Cette hypothèse nous est indispensable pour arriver à un résultat final et les erreurs qu'elle peut entraîner nous paraissent devoir être de beaucoup inférieures à celles qui résultent des irrégularités de la forme de tout glacier.

Il est bon de remarquer que F aura toujours pour la

Fig. 2.



partie supérieure du névé une valeur considérablement plus petite que pour la glace dure du glacier proprement dit.

Ce sont là les hypothèses principales sur lesquelles nous nous sommes basé dans nos calculs. Ceux-ci étant longs et compliqués, nous devons les laisser de côté et nous borner à en indiquer quelques résultats en renvoyant au mémoire complet pour le détail des opérations.

Nous avons dit que l'étude de l'écoulement de la glace d'un glacier se ramène à celle de l'écoulement d'une masse de glace renfermée dans un ou plusieurs canaux prismatiques rectangulaires. Soit (fig. 2) ABCDA'B'C'D' un tel canal et soient :

- l sa longueur;
- h sa hauteur ou épaisseur;
- α son angle d'inclinaison sur un plan horizontal;
- S l'aire de la section ABCD;
- P_1 et P_2 les poussées totales qui agissent sur les extrémités ABCD et A'B'C'D' du canal, dans le sens indiqué par les flèches (fig. 2);
- Δ la densité de la glace (masse de l'unité de volume);
- f le coefficient de frottement de la glace contre la paroi inférieure du canal (moraine profonde);
- F le coefficient de frottement interne de la glace;
- g la gravité, c'est-à-dire la vitesse acquise après l'unité de temps par un corps qui tombe librement sous l'action de la pesanteur.

En faisant les hypothèses énumérées ci-dessus, et en négligeant le frottement toujours très faible de la glace contre les parois latérales du canal, nous sommes arrivé à la formule suivante, qui donne le débit exprimé en fonction des autres quantités :

$$(2) \qquad U = \left(\frac{h^2}{3K} + \frac{1}{f\cos\alpha}\right)\left(S\sin\alpha - \frac{P_2 - P_1}{g\Delta l}\right)$$

Le quotient du débit U du canal par l'aire S de sa section donne la vitesse moyenne v de la glace dans le canal; cette vitesse a donc pour valeur

$$(3) \qquad v = \left(\frac{h^2}{3\,\mathrm{K}} + \frac{1}{f\cos\alpha}\right)\left(\sin\alpha - \frac{\mathrm{P}_2 - \mathrm{P}_1}{\Pi}\right)$$

où Π représente le poids total de la glace renfermée dans le canal.

Si la glace était un corps absolument solide, c'est-à-dire indéformable, K serait infini, et U serait donc inversément proportionnel à f.

Si la glace, étant considérée comme une masse visqueuse, ne glissait pas, c'est f qui deviendrait infini et la vitesse moyenne serait dans ce cas proportionnelle au carré de l'épaisseur h de la glace.

Dans les applications, c'est toujours un cas intermédiaire entre ces deux qui se présente.

Si l'on veut appliquer la loi d'écoulement que nous avons établie à l'étude de la marche des glaciers et obtenir un bon résultat, on se trouve arrêté par l'interprétation mathématique de deux phénomènes qui n'ont été jusqu'à présent qu'insuffisamment étudiés; ce sont le tassement des neiges formant le névé, tassement qui est produit par simple compression et en partie par le « regel » et l'ablation qui fait particulièrement sentir ses effets sur le glacier. S'il ne s'agit que de déterminer la vitesse moyenne, on peut faire abstraction des différences de vitesses occasionnées par l'ablation et se servir uniquement de la vitesse moyenne de chaque filet du glacier; même s'il le fallait absolument, il serait possible de tenir compte de ces différences. Il n'en est plus tout à fait de même du tassement des neiges; ce phénomène ne peut pas encore

à l'heure présente être soumis au calcul et la seule issue qui se présente à nous est, comme nous l'avons déjà dit plus haut, de passer outre, c'est-à-dire d'admettre que le névé est formé d'une matière incompressible et qu'il a pour toutes ses sections la même vitesse moyenne. Nous obtiendrons par ce moyen la théorie mathématique d'un phénomène qui se rapprochera beaucoup de l'écoulement d'un glacier, mais dont les formules ne pourront cependant pas servir à des mesures exactes sans avoir été préalablement complétées de manière à tenir compte de phénomènes que nous sommes pour le moment obligé d'écarter et qui n'exercent pas moins une certaine influence sur le mouvement.

Supposons le névé de forme rectangulaire et soient l_1 sa longueur, h_1 son épaisseur, S_1 sa section moyenne, Δ_1 sa densité, f_1 et K_1 ses coefficients de frottement, U_1 son débit, v_1 sa vitesse moyenne, P_1 la pression totale que la neige exerce contre la section limite inférieure. Le névé forme un simple canal rectangulaire auquel nous pouvons appliquer la formule (2) qui nous donne le débit :

$$U_1 = \left(\frac{h_1^2}{3K_1} + \frac{1}{f_1 \cos \alpha_1}\right)\left(S_1 \sin \alpha_1 + \frac{P}{g\,\Delta_1\, l_1}\right).$$

Ici, nous n'avons qu'une seule pression P. Multiplions cette équation par $g\Delta_1 l_1$ et représentons par M_1 la masse $g\Delta_1 l_1 S_1$ du névé, nous avons :

$$g\,\Delta_1\, l_1\, U_1 = \left(\frac{h_1^2}{3K_1} + \frac{1}{f_1 \cos \alpha_1}\right)(M_1 \sin \alpha_1 + P).$$

Mais

$$U_1 = S_1 v_1$$

et par suite

$$M_1 v_1 = \left(\frac{h_1^2}{3 K_1} + \frac{1}{f_1 \cos \alpha_1}\right)(M_1 \sin \alpha_1 + P).$$

En faisant des suppositions tout à fait analogues pour le glacier, et en remarquant que la pression P sur la couche inférieure du névé est la même que celle qui agit sur la couche supérieure du glacier, nous trouverions pour ce dernier la formule suivante :

$$M_2 v_2 = \left(\frac{h_2^2}{3 K_2} + \frac{1}{f_2 \cos \alpha_2}\right)(M_2 \sin \alpha_2 - P).$$

Éliminons P entre les deux dernières équations; il vient :

$$(4) \quad \frac{M_1 v_1}{\frac{h_1^2}{3 K_1} + \frac{1}{f_1 \cos \alpha_1}} + \frac{M_2 v_2}{\frac{h_2^2}{3 K_2} + \frac{1}{f_2 \cos \alpha_2}} = M_1 \sin \alpha_1 + M_2 \sin \alpha_2.$$

Un certain rapport doit toujours exister entre les vitesses v_1 du névé et v_2 du glacier; sans l'ablation ce rapport serait simplement l'expression du fait que le débit en masse (masse de neige qui traverse une section pendant l'unité de temps) du névé est égal à celui du glacier. Nous ne nous éloignerons donc pas beaucoup de la vérité en admettant qu'il en soit ainsi. Nous poserons par conséquent :

$$\Delta_1 S_1 v_1 = \Delta_2 S_2 v_2.$$

En combinant cette égalité avec l'équation (4), on arrive facilement à établir les relations suivantes :

$$N \frac{v_1}{l_1} = \sin \alpha_1 + \frac{M_2}{M_1} \sin \alpha_2$$

(5)
$$N \frac{v_2}{l_2} = \frac{M_1}{M_2} \sin \alpha_1 + \sin \alpha_2$$

dans lesquelles :

$$N = \frac{l_1}{\frac{h_1{}^2}{3\,K_1} + \frac{1}{f_1 \cos \alpha_1}} + \frac{l_2}{\frac{h_2{}^2}{3\,K_2} + \frac{1}{f_2 \cos \alpha_2}}$$

Les formules (5) sont le résultat final de nos calculs; elles permettent de calculer la vitesse moyenne du névé et du glacier lorsqu'on connaît leurs dimensions et la nature des matières qui les composent.

Pour se faire une idée claire de la signification de ces formules, il est utile de rechercher ce qu'elles deviendraient pour le cas où la neige du névé aurait la même consistance que la glace du glacier et où le névé et le glacier auraient des sections transversales égales; nous interpréterons cette supposition en posant

$$K_1 = K_2 = K$$

$$f_1 = f_2 = f$$

$$h_1 = h_2 = h$$

$$\frac{M_2}{M_1} = \frac{l_2}{l_1}$$

$$v_1 = v_2 = v.$$

Les deux formules (5) se condensent alors en une seule qui, après réductions, devient :

(6)
$$v = \left(\frac{h^2}{3\,K} + \frac{1}{f \cos \alpha}\right) \sin \alpha$$

f et K représentent ici les valeurs moyennes à un moment donné des coefficients de frottement externe et interne pour tout le glacier accompagné du névé; h représente l'épaisseur moyenne et α l'inclinaison moyenne du glacier et du névé.

La formule (6) ne donne qu'une idée très imparfaite du mouvement d'un glacier, puisqu'il n'arrive jamais que la matière qui constitue le névé soit identique à celle dont est formé le glacier. Si, malgré cela, on cherche à l'interpréter, on voit ;

1° Que la vitesse moyenne est indépendante de la longueur du glacier;

2° Qu'elle est proportionnelle à la pente du glacier;

2° Qu'elle augmente avec l'épaisseur du glacier et cela d'autant plus rapidement que cette épaisseur est plus grande.

Ces déductions concordent en gros avec ce que l'on connaît actuellement du mouvement des glaciers et nous font croire que les hypothèses dont nous sommes parti sont fondées. Lorsque les résultats des observations faites sur le glacier du Rhône seront connus, il nous sera possible, nous l'espérons, de leur appliquer nos calculs et d'en déduire des données encore inconnues jusqu'à présent, comme les coefficients de frottement, l'épaisseur du glacier, etc.

Nous ne nous faisons cependant pas d'illusion ; comme nous l'avons déjà dit, ce mémoire est un premier essai sur la théorie mathématique du mouvement des glaciers, et comme tel, il ne peut être que très imparfait, étant donné le peu de connaissances que l'on possède sur la matière. Il peut cependant devenir le point de départ de nouvelles études qui donneront la clef d'une théorie exacte du mou-

vement des glaciers. Pour arriver à ce résultat, vu la difficulté de ces études, il faudrait la coopération de beaucoup de forces. Les recherches et observations isolées des glaciologistes peuvent sans doute augmenter la liste des connaissances acquises, mais elles n'arriveront que très lentement et très partiellement à des découvertes certaines; il faudrait un concours d'études raisonnées faites simultanément en plusieurs points et sur plusieurs glaciers et névés. Le C. A. S. est le mieux placé pour cela et il serait fort à désirer qu'il continuât au moins les études commencées sur le glacier du Rhône et qu'il prît en main les travaux qui seuls pourront permettre d'appliquer et de vérifier ou de corriger les formules que nous venons de donner, la phase de crue qui se prépare devant fournir des observations qui se prêteront mieux à cette application. Nous comptons sur des voix autorisées pour soutenir son ardeur et son zèle pour une cause d'un si grand intérêt pour la science moderne.

SUR LA FORMATION SPONTANÉE

D'UN

PEROXYDE ORGANIQUE DANS L'ÉTHER ORDINAIRE

PAR

M. J. PICCARD
Professeur à Bâle.

Pour dessécher rapidement un vase fraîchement lavé à l'eau, il est d'usage de le rincer à l'alcool, puis à l'éther et de chasser ce dernier par un courant d'air. Quand il s'agit d'appareils de précision tels que tubes capillaires, tubes de baromètres ou de thermomètres, ce procédé expéditif n'est peut-être pas au-dessus de toute critique. En effet, l'éther laisse souvent, après son évaporation, un résidu aqueux qui contient en outre de l'acide acétique et de l'éther acetéthylique, d'autres corps qui doivent être des aldéhydes condensées, probablement de l'aldéhyde crotonylique ou d'autres encore à point d'ébullition élevé et odeur persistante.

J'ai eu l'occasion d'exprimer ces scrupules à M. le docteur Chappuis, savant attaché au Bureau international des poids et mesures à Sèvres, qui s'est servi de cette méthode de dessiccation dans le cours de ses belles recher-

ches sur la dilatation des gaz[1]. En guise d'argument, je fis évaporer sous ses yeux quelques centimètres cubes d'un éther que j'avais — cinq ans auparavant — rectifié moi-même sur du sodium métallique et conservé comme particulièrement pur pour usages spéciaux. Étonné moi-même de la quantité exceptionnelle, de l'odeur et de la saveur âcres de ce résidu, j'en poursuivis pour mon compte l'examen et y constatai la présence, à côté des impuretés sus-mentionnées, d'un corps qui présente les caractères suivants :

— Avec le bisulfite de soude, violent dégagement d'oxygène ozonifère. La réaction est si impétueuse qu'à la première expérience, la plus grande partie du liquide fut projetée hors de l'éprouvette.

— Avec le permanganate, décoloration et dégagement d'oxygène.

— Avec l'iodure de potassium, séparation d'iode.

— Avec le bichromate, formation d'un corps bleu soluble dans l'éther.

— Enfin et surtout : avec la soude caustique, réaction violente avec formation d'un corps brun, dégagement de vapeurs d'aldéhyde, etc.

Quelques-unes de ces réactions rappellent celles du *peroxyde d'acétyle* de *Brodie*; d'autres font songer au *peroxyde d'éthyle* de *Berthelot*, ainsi qu'à la substance énigmatique observée par *Davy*, *Faraday*, *Döbereiner*, *Böttger*. *Schönbein*, *Legler* (1883), et qui se forme par l'action du platine incandescent sur les vapeurs d'éther mélangées à l'air atmosphérique.

[1] Inutile d'ajouter que l'habile expérimentateur s'étant toujours servi d'éther fraîchement rectifié, ses résultats ne sont en aucune façon affectés par cette remarque.

Une étude superficielle de la question m'a convaincu qu'elle est infiniment plus compliquée qu'elle n'en a l'air et je ne m'engage nullement à la poursuivre; le but de ma communication est simplement d'attirer l'attention sur cet intéressant phénomène. J'ajouterai que j'ai constaté la présence du peroxyde dans la plupart des éthers de vieille date conservés à la lumière diffuse du laboratoire, tandis qu'il faisait complètement défaut dans un flacon conservé depuis environ dix ans à l'obscurité complète et portant l'étiquette : « Éther Kahlbaum 0.722, première qualité. » Après deux semaines d'exposition en plein air, ce même éther donnait faiblement, mais distinctement les réactions sus-mentionnées.

Il paraît donc probable que l'énergie nécessaire à la formation du peroxyde endothermique dont je signale la présence dans l'éther, est fournie par la lumière. L'addition d'ozone se fait-elle directement ou par l'intermédiaire d'eau oxygénée préalablement formée? La question reste ouverte.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

Observations faites sur le climat des Régions australes.

Nous empruntons à un rapport annuel, transmis par M. Kerr, gouverneur des îles Falkland, quelques notes météorologiques dues aux observations faites par M. Cobb pendant l'année 1887.

La moyenne température mensuelle a été, en janvier de F. 50°,9; février 52°,1 (11°,5 C.); mars 49°,8; avril 43°,4; mai 41°,3; juin 34°,6; juillet 37°,5; août 34°,0 (C. 1°,1); septembre 36°,2; octobre 43°,3; novembre 48°,5; décembre 49°,7; la moyenne annuelle donnant 43°,4 (C. 6°,3).

234 jours pluvieux n'ont pas produit plus de 28,24 pouces anglais, dont la plus forte partie est tombée en janvier (été) et en juin, tandis que les mois les plus secs ont été octobre et novembre.

L'état moyen de l'humidité a été de 86. Dans les mouvements atmosphériques, les tempêtes ont régné 62 jours, et 6 jours seulement ont été calmes.

A vingt degrés à l'est des îles Falkland, et par 54°,31′ seulement de latitude australe, c'est-à-dire dans des parages qui n'appartiennent pas encore à la zone glaciale, le capitaine Cook fit la découverte d'une terre inférieure au Falkland en étendue, mais d'un aspect beaucoup plus montagneux, à laquelle il donna le nom du roi George III. Elle n'a fixé que récemment l'attention des hommes de science. Sous la conduite du Dr Schrader, ils débarquèrent au port

Moltke, qui a 4 $^{1}/_{2}$ milles de largeur sur une longueur de 6 à 8 milles, et y commencèrent, le 15 septembre 1882, une série d'observations sur la température, l'humidité, la pression atmosphérique, les vents, la botanique, etc., qui y furent poursuivies juqu'au 3 septembre 1883. La *Baie Royale*, dont le *Port Moltke* fait partie, est entourée de montagnes tapissées d'énormes glaciers, qui conservent à leur extrémité inférieure une épaisseur de 900 à 1200 pieds et s'élèvent à la hauteur de 6000 à 7000 pieds, en remontant vers l'intérieur. Cette circonstance explique comment la *Géorgie méridionale* a le climat de la zone glaciale, quoiqu'elle n'y soit pas comprise, et comment la température moyenne de toute la période sur laquelle se répartissent les observations n'a pas dépassé 35° Fahr. (C. 1°,6); 42° F. (5°,5 C.) pour février, le mois le plus chaud; 26°,6 F. (—3°) pour juin, le plus froid. Aucun mois n'a été exempt de gelées, et 30 pour cent des heures d'observation ont donné une température au-dessous de zéro. C'est en juillet qu'a été enregistrée la plus basse température, 26°,2 (C. —3°,2), et en février la plus élevée, 57°,2 (+ 14° C.). L'hiver seul a offert des jours clairs, au nombre de 8, tandis que les jours couverts, apanage des mois de juillet et d'août, ont été au nombre de 127. On n'a pas observé en décembre *une seule heure* sereine, et, pour l'année entière, le total de ces heures sereines n'a pas dépassé 269, et celui des heures nuageuses a atteint 3302 ou $^{40}/_{100}$ de la totalité. En conséquence, novembre et décembre, dotés d'un seul jour sec chacun, ont été surchargés de pluie et de neige. Le maximum de la neige est tombé en mars, et le minimum en mai. Il y a eu 13 jours de neige, même dans le mois le plus chaud (février), et 4 jours de pluie dans le plus froid (juin). Il y a eu 19 jours de grêle. Il semble que la région du Cap Horn ne soit point aussi sujette aux tempêtes qu'on le pense généralement. A la Géorgie méridionale on a observé bien des jours d'un calme parfait, et l'hiver y a été plus calme que l'été. Les vents venaient généralement de l'ouest, et c'étaient les plus tempérés. La tenue du baromètre, variant entre 715 et 770 mm., a présenté cette particularité, que les

tempêtes les plus violentes arrivaient soudainement lorsque le baromètre marquait *beau*, et jamais lorsque le baromètre était au plus bas. Le tonnerre ne s'est jamais fait entendre, et on n'a pas observé d'aurore australe. La faune est très pauvre et la flore peu variée, mais caractérisée par de très belles mousses.

Les savants allemands ont effectué l'ascension de plusieurs pics, particulièrement difficiles d'accès lorsque leurs cimes sont formées d'ardoises. L'énorme étendue des glaciers s'est opposée à une exploration complète de l'intérieur, et les excursionistes étaient à chaque instant étonnés du fracas des avalanches. La pente la plus escarpée des montagnes est souvent au voisinage de la mer, où on les voit couvertes de neiges éternelles à moins de 10 milles de la station maritime.

CHIMIE

C. Schall et G. Dralle. Brasiline. (*Berichte*, XXI, p. 3009. Zurich.)

Ces chimistes indiquent la méthode de préparation de l'éther tétraméthylé de la brasiline $C_{16}H_{10}O(CH_3)_4$ par l'action du sodium et de l'iodure de méthyle sur la brasiline, ainsi que ses propriétés. Dans cette préparation on obtient aussi l'éther triméthylé, celui-ci dissout dans l'alcool donne une coloration brune avec le chlorure de fer, tandis que le dérivé tétraméthylé ne la donne pas; avec l'acide chlorhydrique et l'acide nitrique dilués, on n'obtient aucune réaction colorée si la substance est pure, ce qui semble confirmer que la formation de la brasiléine réclame au moins deux hydroxyles et que le cinquième atome d'oxygène n'est pas combiné avec de l'hydrogène, d'ailleurs on ne peut obtenir de dérivé pentaméthylé. Avec le brôme on obtient $C_{16}H_9BrO_5(CH_3)_4$ et $C_{16}H_8Br_4O_5(CH_3)_4$.

G. Lunge et A. Zeckendorff. Détermination de l'acide carbonique dans l'air. (*Zeitschr. f. ang. Chem.*, 1888, 14, p. 395. Zurich.)

Les auteurs font passer dans une solution titrée de carbonate de soude, colorée avec de la phénolphtaléine, la quantité nécessaire d'air pour obtenir la décoloration, et se servent pour mesurer cette quantité d'une poire en caoutchouc spécialement fabriquée dans ce but.

Otto Kym. Thio-dérivés de la β-dinaphtylamine. (*Berichte*, XXI, p. 2807. Zurich.)

La β-dinaphtylamine et le chlorure de soufre, en dissolution dans le benzol, réagissent et donnent naissance à deux dithio-β-dinaphtylamines isomères

$$S_2 < \begin{matrix} C_{10}H_6 \\ \\ C_{10}H_6 \end{matrix} > NH,$$

il se forme, en outre, un peu de la thio-β-dinaphtylamine de Ris, fusible à 236°, et d'autres matières noires. L'une de ces dithio-β-naphtylamines, dont la quantité est prépondérante, forme des feuilles fusibles à 205°, l'autre des bâtonnets orangés fusibles vers 220°; elles sont peu solubles dans les dissolvants ordinaires, le meilleur est le sulfure de carbone; toutes deux, chauffées avec de l'aniline, cumol, etc., se transforment en thio-β-naphtylamine de Ris; avec l'anhydride acétique, on obtient un dérivé acétylé fusible à 211°. La β-dinaphtylamine, traitée par le bichlorure de soufre, donne surtout la thio-β-dinaphtylamine de Ris et très peu d'une isomère fusible à 303°; accidentellement on obtient un corps fusible à 307°, dont la teneur en soufre correspond à une monothiotétranaphtyldiamine.

Carl GELZER. DÉRIVÉS DU P-AMIDOISOBUTYLBENZOL. (*Berichte*, XXI, p. 2941. Zurich.)

Le p-amidoisobutylbenzol se comporte comme la p-toluidine, quant à la place que viennent occuper dans sa molécule les radicaux ou halogènes qu'on y introduit. Ce chimiste a préparé différents dérivés, bromés, nitrés, acétylés, etc.

C. GRÆBE et Ch. AUBIN. ANHYDRIDE DE L'ACIDE DIPHÉNIQUE ET ACIDE O-DIPHÉNYLÈNEKÉTONE CARBONIQUE. (*Ann. der Ch.*, 247, p. 257. Genève.)

Lorsqu'on traite l'acide diphénique par des substances pouvant lui enlever une molécule d'eau, on obtient, suivant le mode d'opérer, l'anhydride diphénique

$$\begin{array}{l} C_6H_4-CO \\ | \qquad\qquad\quad >O, \\ C_6H_4-CO \end{array}$$

fusible à 213°, dont différents dérivés ont été préparés et étudiés par les auteurs de ce travail, ou l'acide o-diphénylkétonecarbonique

$$\begin{array}{c} CO \\ \diagup \quad \diagdown \\ C_6H_4-C_6H_4-CO_2H, \end{array}$$

fusible à 227°, formant des sels d'un jaune d'or, et dont différents éthers et chlorures ont été préparés; *son acétoxime* $C_{14}H_9NO_3$ *fond* à 263°, l'hydrazone fond à 205°. L'acide o-fluorènecarbonique

$$\begin{array}{c} CH_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ C_6H_4-C_6H_3-CO_2H, \end{array}$$

obtenu en traitant le trichlorure par la poussière de zinc, fond à 175°, et l'alcool de cet acide

$$\begin{array}{c} CHOH \\ \diagup \quad \diagdown \\ C_6H_4-C_6H_3-COOH \end{array}$$

fond à 203°.

C. GRÆBE. PHTALIMIDINE. GRÆBE et AMÉ PICTET. HOMOLOGUES DE LA PHTALIMIDINE. (*Ann. der Chem.*, 247, p. 288 et 302. Genève.)

Lorsqu'on enlève un atome d'oxygène de la phtalimide et qu'on le remplace par 2H, on obtient la phtalimidine; ce corps peut être préparé : 1° par réduction de la phtalimide, 2° en chauffant la phtalide avec du chlorure de zinc ammoniacal, 3° par l'action de l'acide nitreux sur la cyanbenzylamine, 4° par réduction de l'amidophtalide. Le premier mode est le meilleur. La phtalimidine C_8H_7ON fond à 150°, elle forme des sels cristallins, le dérivé acétylé forme des aiguilles fusibles à 151°; la thiophtalide C_8H_6OS fond à 60° et peut avoir pour formule, soit

$$C_6H_4 < \begin{matrix} CO \\ \\ CH_2 \end{matrix} > S, \qquad \text{soit} \qquad C_6H_4 < \begin{matrix} CS \\ \\ CH_2 \end{matrix} > O;$$

la nitrophtalimidine $C_6H_4CH(NO_2)ONH$ fond à 210°. En réduisant la méthylphtalimide, on obtient la méthylphtalimidine $C_8H_6ONCH_3$, fusible à 120°; Græbe et Pictet ont de même préparé l'éthylphtalimidine, fusible à 45°, et plusieurs dérivés et sels; la phénylphtalimidine fond à 160°.

L. ARAPIDES. ACIDE SULFOCYANACÉTIQUE. (*Ann. der Chem.*, 249, p. 27. Zurich.)

Le soi-disant acide sulfocyanacétique, auquel Hantzsch donne pour formule

$$\begin{array}{ccc} CH & - & S \\ \| & & | \\ OHC & & COH, \\ & \searrow \; N \; \swarrow\!\!\swarrow & \end{array} \qquad \text{ou plutôt} \qquad \begin{array}{ccc} CH & - & S \\ \| & & | \\ CO & & CO \\ & \searrow \; NH \; \swarrow & \end{array}$$

se comporte, lorsqu'on le méthyle comme une oxypyridine, le groupe CH_3 se combine à l'azote; l'auteur n'a pu obtenir un produit de réduction du dioxythiazol, la combinaison est trop instable. Les chlorures $C_3H_3Cl_2NOS$ forment des aiguilles fusibles à 161°.

BOTANIQUE

F.-A. Forel. Observations phénologiques sur la floraison des Perce-neige. (*Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, XXIV, 98.)

L'auteur a noté, pendant une série de 12 années, l'apparition de la première fleur d'une touffe de Perce-neige (*Galanthus nivalis*), plantée dans un jardin situé au bord du lac, au milieu de la ville de Morges. Ces observations ont été interrompues dans l'hiver de 1888 par la vente et le bouleversement du jardin; elles suffisent cependant à montrer les différences considérables dans les conditions de ces quelques années.

Année.	Floraison.	Différence de la moyenne.
1876	22 février.	+ 1 jour.
1877	8 »	—13 »
1878	20 »	— 1 »
1879	22 »	+ 1 »
1880	29 »	+ 8 »
1881	20 »	— 1 »
1882	21 »	0 »
1883	10 »	—11 »
1884	6 »	—15 »
1885	23 »	+ 2 »
1886	4 mars.	+11 »
1887	11 »	+18 »

La date moyenne est le 21 février; la date la plus hâtive de la série a été le 6 février (1884), la plus tardive le 11 mars (1887). La différence entre ces extrêmes est de 33 jours.

L'action modératrice de la température du lac a été surtout sensible dans les hivers froids. Alors la floraison des Perce-neige de M. Forel devançait celle d'autres jardins situés à plus grande distance du lac. Dans les hivers peu froids, au contraire, les Perce-neige de l'auteur étaient en retard.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

A LAUSANNE

Séance du 21 novembre 1888.

Chuard. Carte géologique des principaux gisements de phosphates minéraux en France.

M. Guillemin. *Photographies de l'éboulement de Rochettaz.*

M. Guillemin. Note *sur l'enroulement de la glycine.*

M. Chuard, prof., présente *une carte géologique des principaux gisements de phosphates minéraux en France et des diagrammes de la production de ces gisements par département en 1886*. Ces documents résument une statistique fort complète et d'un haut intérêt que le ministère des Travaux publics de France a fait établir par son service des mines en 1887, pour l'exercice de l'année précédente. Il résulte de ces recherches que les gisements de phosphates exploitables en France occupent une superficie d'environ 30,000 hectares; leur richesse totale est évaluée à 32 $^1/_2$ milliers de tonnes, ce qui représente, aux cours actuels, une valeur de plus d'un milliard. La production a été, en 1886, de 184,000 tonnes d'une valeur d'environ 7 millions. Ces chiffres seront beaucoup plus élevés en 1887, grâce à la récente découverte et la mise en exploitation des gisements d'Orville et de Beauval, où le phosphate de chaux est à un état de pureté qu'on observe rarement. Tandis que dans les autres gisements le phosphate exploité est, soit à l'état de roche très compacte, de structure amorphe (phosphorite) soit de rognons et de nodules d'une assez grande dureté et de dimension variable, le phosphate

de Beauval est à l'état sableux, en petits grains arrondis de structure concrétionnée, remplissant des poches ou cuvettes, de profondeur assez considérable, dans une craie, elle-même phosphatée qui appartient au sénonien. Ce sable qui dose de 70-80 % de phosphate de chaux peut être employé sans autre préparation qu'un séchage à la fabrication des engrais phosphatés et son exploitation est des plus rémunératrice.

On s'est aussi préoccupé en Suisse de la recherche des phosphates minéraux. Une commission spéciale fut même chargée de cette étude, il y a une vingtaine d'années. Elle constata en divers points l'existence de roches phosphatées, mais dans des conditions telles que l'exploitation n'en était pas réalisable, soit à cause de la difficulté de transport, soit pour d'autres raisons (compacité de la roche, dissémination des nodules, etc.).

Dans le canton de Vaud, on indique depuis longtemps les couches de l'albien et du vraconien à Ste-Croix comme renfermant des fossiles phosphatés ; cependant aucune analyse n'en a été faite ou du moins publiée. M. Chuard a étudié un certain nombre d'échantillons de ces deux étages et y a reconnu la présence de l'acide phosphorique en proportion variant de 16 à 19 %. Ces fossiles se distinguent en outre par leur faible proportion de fer et d'alumine, ce qui est avantageux pour la fabrication des engrais phosphatés. Quant à la possibilité d'une exploitation, il n'est pas permis d'y songer avant que Ste-Croix soit relié au reste du canton par une voie ferrée.

Séance du 5 décembre.

M. Robert. Modèle de colorimètre portatif. — Renevier. Bois de cerf fossile. — Renevier. Fossiles d'eau douce.

M. Robert présente *un modèle de colorimètre portatif :* Le colorimètre de M. Cornu et la gamme de M. Forel ont l'inconvénient d'être assez fragiles et délicats à transporter. M. Robert a essayé de construire un appareil très simple qui a au moins le mérite d'être très portatif.

Dans une petite monture en laiton (de 2 $^1/_2$ centimètres de diamètre) on peut superposer des disques de gélatine transparente colorés par immersion pendant un temps déterminé dans un bain de couleur déterminée.

En superposant des disques de même couleur, on fait varier l'intensité de la teinte; en superposant des disques de couleurs différentes, des bleus avec des jaunes par exemple, on obtient les verts. Il est possible en procédant graduellement d'obtenir tous les passages entre le bleu et le jaune et l'appareil se prête très bien à l'étude de la couleur de l'eau.

M. Renevier, prof., présente *un bois de cerf*, de belle dimension, mais malheureusement incomplet à son extrémité, qui a été trouvé cet été dans les alluvions de la vallée de Joux et que M. L. Gauthier, instituteur, au Sentier a pu obtenir pour notre musée géologique.

M. le prof. L. Rutimeyer de Bâle, auquel on avait soumis le dessin, a déclaré que ce bois provient sans aucun doute du *cervus elaphus*. Il a été trouvé au Chenit, vers les Moulins, à quelques pas du lit actuel de l'Orbe, à 1020 mètres d'altitude, dans un fossé qui a donné la coupe suivante :

a) Terre végétale, environ 50 cent.

b) Marne, environ 25 cent.

b) Couche formée essentiellement de débris végétaux, environ 30 cent.

d) Gravier fin et moyen ?

C'est un peu au-dessus de ce gravier vers la base de la couche végétale, que l'on a rencontré ce bois de cerf, associé à des débris de branches de sapin, de pin et de saule avec des cônes de sapin. Les entailles dont il est marqué sont dues à la pioche des ouvriers.

M. Renevier montre également à la Société de *très jolis fossiles d'eau douce :* (Melania Escheri, Helix, Unio) trouvés récemment par M. Rittener aux environs de Ste-Croix dans la tranchée de la nouvelle route de la Chaux à Noirvaux. M. Rittener, qui a bien voulu envoyer ces fossiles au Musée, prépare sur ce nouveau et remarquable gisement une Notice qu'il présentera à la Société pour le Bulletin.

M. H. Golliez, prof. *L'éboulement de Rochettaz.* (Voir aux mémoires.)

M. F.-A. Forel, prof. *Sur le débit des affluents du lac pendant l'orage du 2 octobre 1888.* (Voir aux mémoires.)

Séance du 19 décembre.

F.-A. Forel. Nouvelle gamme de couleur pour l'étude de l'eau des lacs. — Jules Bellet. Ossements fossiles de la faune diluvienne et objets de l'industrie humaine trouvés dans la grotte du Mas d'Azyl (Ariège). — Schnetzler. Fruits du *Gingko biloba* L. ou *Salisburix adiantifolia* Sm. — Lœwenthal. Altérations destructives des ovules primordiaux. — H. Golliez. Magnetite erratique. — Schardt. *Unio batavus.* — Gauthier. Étude sur le lac de Joux.

M. F.-A. Forel, prof., présente *une nouvelle forme de sa gamme de couleur pour l'étude de l'eau des lacs.* Il emploie comme précédemment (Archives XIX, 192), des solutions de sulfate de cuivre ammoniacal et de chromate neutre de potassium en mélanges proportionnels, mais il a trouvé utile d'étendre cette dernière solution au 1 : 200 pour avoir des tons plus pâles qui éteignent moins pour l'œil la couleur assez sombre de l'eau. Le jaune de chrome ayant un pouvoir colorant plus grand que celui de l'eau céleste, une gamme à tons également espacés est donnée par une solution de sulfate de cuivre contenant les proportions centésimales suivantes de chromate de potassium :

0, 2, 5, 9, 14 20, 27, 35, 44, 54, 65 etc.

Ces mélanges sont renfermés dans des tubes en verre blanc de 3 mm. de diamètre intérieur, scellés à la lampe.

M. Forel présente au nom de M. Jules Bellet, étudiant en pharmacie, *une belle série d'ossements fossiles de la faune diluvienne et d'objets de l'industrie humaine trouvés dans la grotte du Mas d'Azil* (Ariège).

La plus belle pièce recueillie dans cette caverne est une défense d'éléphant portant en haut relief l'image de deux ruminants à cornes (bouquetin et moufflon).

M. le prof. Schnetzler fait circuler des fruits du *Gingko biloba*

L. ou *Salisburix adiantifolia* Sm., conifère de la famille des taxinées qui a fructifié pour la première fois cette année dans le jardin de l'Hôtel Beau-Rivage à Ouchy.

M. N. Lœwenthal parle ensuite *des altérations destructives des ovules primordiaux*. La regression peut suivre deux voies distinctes : Dans un bon nombre de cas, le noyau se rétracte dans sa loge et se trouve séparé du corps de la cellule par une cavité intermédiaire. Les altérations du contenu nucléaire sont moins profondes et moins variées que dans les cas suivants. Plus fréquemment le noyau ou les produits qui en dérivent restent en contiguité avec le contenu de la cellule. L'altération de la substance nucléaire donne naissance à des produits divers et variés et pourrait être rattachée à l'altération chromatolytique du noyau décrite par Flemming dans les cellules de la membrane granuleuse.

M. Lœwenthal signale aussi la présence de *leucocytes* dans la couche de l'épithelium germinatif et dans les tubes ovariens.

M. H. Golliez, prof., fait circuler des échantillons de *magnetite erratique* trouvés à Mont-la-ville par M. Courvoisier. Ces spécimens pesant ensemble 30 $^1/_2$ kilogr. proviennent probablement de Mont-Chemin sur Martigny. C'est la première fois qu'on trouve dans le terrain erratique des minerais en masse aussi considérable.

M. Schardt signale une nouvelle découverte de l'*unio batavus* pêché par lui dans le lac près de Villeneuve et vivant encore dans son aquarium, puis il parle de la floraison extraordinaire de plantes alpines telles que gentianes, potentilles, polygales, etc. qu'il a rencontrées dans une ascension à la Cape-de-Moine sur Montreux le 16 décembre dernier.

M. F.-A. Forel présente au nom de M. Gauthier, professeur au collège du Sentier, une *étude sur le lac de Joux*. (Voir aux mémoires.)

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

JANVIER 1889

Le 2, forte bise jusqu'à 1 h. soir et depuis 7 h. soir.
3, forte bise à 1 h. soir et depuis 10 h. soir.
4, forte bise de 10 h. matin à 9 h. soir.
6, brouillard jusqu'à 7 h. matin, à 4 h. et à 9 h. soir.
7, brouillard jusqu'à 4 h. soir et depuis 10 h. soir; qnelques flocons de neige à midi 45 m.; quelques gouttes de pluie à 6 h. 45 m. soir; verglas à 9 h. soir.
8, brouillard jusqu'à 10 h. matin et depuis 9 h. soir.
9, gelée blanche le matin, brouillard pendant tout le jour.
10, brouillard jusqu'à 7 h. matin; légère neige à 10 h. soir.
11, neige dans la nuit, hauteur 0^{cm},8; brouillard à 10 h. du matin.
12, neige le matin, hauteur 2^{cm},5.
20, légère neige vers 11 h. 30 m. du matin.
21, 22 et 23, très forte bise pendant tout le jour.
24, très forte bise jusqu'à 4 h. soir.
25, forte bise à 4 h. soir.
26, gelée blanche le matin.
27, gelée blanche le matin; brouillard jusqu'à 7 h. matin.
28, assez forte gelée blanche le matin; brouillard à 7 h. soir.
29, très forte gelée blanche le matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.

	mm
Le 3 à 11 h. soir	737.46
5 à minuit	734,52
7 à 10 h. soir	731,13
15 à 11 h. matin	727,59
18 à 10 h. matin	737,20
28 à 10 h. matin	742.21
31 à 10 h. matin	731.97

MINIMUM.

	mm
Le 4 à 5 h. soir	730,84
6 à 5 h. soir	729.44
12 à 3 h. soir	710,94
16 à 2 h. soir	725,20
22 à 4 h. matin	724.69
30 à 5 h. soir	728,46

GENÈVE. — JANVIER 1889

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Ecart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Ecart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.				+ °	°	cm
1	726,61	— 1,21	726,14	727,15	+ 0,39	+ 0,60	— 2,1	+ 1,2	895	+ 30	850	950	...	...	NE. 1	1,00	...	.....	150,0
2	728,97	+ 1,13	726,87	732,04	— 0,33	— 0,09	— 1,9	— 0,1	803	— 62	730	860	...	...	NNE. 2	1,00	7,0	+1,6	151,0
3	734,96	+ 7,40	732,23	737,46	— 1,76	— 1,50	— 3,9	+ 0,5	777	— 88	690	890	...	...	NNE. 1	0,25	5,8	+0,4	152,0
4	734,59	+ 6,72	730,84	737,34	— 1,72	— 1,44	— 5,0	+ 2,0	654	—211	440	780	...	...	NNE. 2	0,18	4,4	—1,0	153,0
5	733,42	+ 5,53	732,62	734,52	— 3,15	— 2,86	— 5,0	— 1,7	758	—107	700	790	...	...	NE. 1	1,00	4,5	—0,8	149,2
6	730,82	+ 2,92	729,44	732,75	— 3,53	— 3,22	— 5,4	— 0,6	821	— 44	740	950	...	...	SE. 1	0,93	...	.....	147,0
7	730,28	+ 2,37	729,49	731,13	— 0,70	— 0,38	— 4,9	+ 2,2	823	— 42	720	890	0,0	...	S. 1	1,00	5,5	+0,3	144,8
8	729,03	+ 1,12	727,43	730,65	+ 0,65	+ 0,97	— 1,7	+ 3,9	909	+ 44	860	1000	...	...	variable	0,70	5,3	+0,1	146,5
9	724,86	— 3,06	721,77	727,13	— 0,82	— 0,50	— 2,1	— 0,1	977	+113	960	990	...	...	SO. 1	1,00	5,3	+0,1	145,0
10	718,48	— 9,44	716,85	721,37	+ 2,59	+ 2,91	— 1,4	+ 5,6	824	— 40	690	950	4,2	4	SSO. 1	1,00	6,0	+0,9	145,5
11	717,53	—10,39	714,63	718,90	+ 0,72	+ 1,04	— 1,8	+ 3,3	906	+ 42	840	960	0,7	2	S. 1	0,98	6,0	+0,9	143,5
12	712,40	—15,52	710,94	713,89	+ 0,51	+ 0,82	— 1,4	+ 2,8	937	+ 74	880	980	8,1	9	variable	1,00	5,8	+0,7	144,7
13	718,22	— 9,70	713,67	722,39	+ 1,11	+ 1,41	— 0,1	+ 2,1	933	+ 70	870	980	...	...	variable	1,00	...	.....	144,0
14	724,80	— 3,11	722,53	726,54	— 0,79	— 0,50	— 2,1	— 0,2	799	— 63	730	880	...	...	NNE. 1	1,00	5,5	+0,5	145,0
15	726,98	— 0,92	726,32	727,59	— 1,06	— 0,79	— 2,1	— 0,5	761	—101	720	790	...	...	N. 1	1,00	5,5	+0,5	142,0
16	726,14	— 1,75	725,20	727,55	— 1,53	— 1,28	— 2,6	— 0,3	794	— 67	730	860	...	...	variable	0,97	5,3	+0,4	141,5
17	731,32	+ 3,44	727,95	735,17	— 2,27	— 2,04	— 3,9	— 1,3	861	0	820	890	...	...	ENE. 1	1,00	5,3	+0,4	139,3
18	736,43	+ 8,56	735,54	737,20	— 1,46	— 1,26	— 3,0	— 0,9	840	— 20	810	860	...	...	NE. 1	1,00	5,0	+0,1	139,5
19	734,70	+ 6,85	732,03	736,45	— 1,80	— 1,62	— 3,3	— 0,7	865	+ 6	840	900	...	...	S. 1	1,00	5,0	+0,1	139,5
20	729,78	+ 1,95	727,82	731,88	— 0,13	+ 0,01	— 2,9	+ 2,1	828	— 30	720	900	0,0	...	variable	0,93	...	.....	138,0
21	726,33	— 1,48	725,17	727,73	+ 0,96	+ 1,07	— 1,1	+ 2,0	731	—127	700	770	...	...	NNE. 2	0,97	4,9	0,0	140,5
22	726,00	— 1,79	724,69	727,50	— 1,42	— 1,35	— 2,9	— 0,3	756	—101	580	880	...	...	NNE. 2	1,00	4,7	—0,1	140,7
23	728,81	+ 1,04	727,57	729,69	— 1,90	— 1,87	— 4,1	0,0	665	—191	510	830	...	...	NNE. 3	0,47	3,0	—1,8	139,8
24	730,24	+ 2,50	729,41	732,30	— 1,42	— 1,43	— 4,5	+ 1,2	653	—202	450	790	...	...	NNE. 2	0,02	3,0	—1,8	140,0
25	733,82	+ 6,11	732,41	735,06	— 1,44	— 1,50	— 8,0	+ 2,4	740	—114	570	890	...	...	NNE. 1	0,25	3,1	—1,7	135,7
26	735,39	+ 7,71	734,33	736,85	— 1,79	— 1,89	— 7,4	+ 5,9	757	— 96	360	950	...	...	S. 1	0,20	3,3	—1,5	132,5
27	738,20	+10,55	736,40	740,67	— 0,41	— 0,56	— 5,3	+ 4,3	818	— 33	640	900	...	...	variable	0,42	...	.....	133,0
28	740,74	+13,13	739,70	742,21	+ 0,36	+ 0,15	— 3,3	+ 4,9	790	— 60	530	920	...	...	S. 1	0,58	5,0	+0,2	130,5
29	734,67	+ 7,10	731,06	739,50	— 1,08	— 1,34	— 7,1	+ 5,9	814	— 35	500	950	...	...	S. 1	0,37	5,0	+0,2	128,0
30	729,98	+ 2,45	728,46	731,23	+ 5,29	+ 4,97	+ 1,2	+ 8,1	646	—202	580	780	...	...	S. 1	1,00	5,0	+0,2	130,0
31	731,10	+ 3,61	730,32	731,97	+ 5,75	+ 5,37	+ 1,7	+11,3	771	— 75	590	860	0,1	...	SSO. 1	0,85	5,3	+0,5	129,4
Mois	729,21	+ 1,84			— 0,39	— 0,31			803	— 54						0,78	4,98	—0,13	141,33

MOYENNES DU MOIS DE JANVIER 1889.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	729,78	729,66	729,22	729,63	728,65	728,41	729,02	729,24
2e »	725,34	725,33	725,77	726,21	725,60	725,84	726,22	726,33
3e »	732,24	732,17	732,61	733,05	732,03	731,59	732,20	732,48
Mois	729,22	729,16	729,31	729,74	728,87	728,71	729,25	729,45
Température.								
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 1,40	— 1,64	— 1,66	— 0,97	+ 0,43	+ 0,53	— 0,76	— 1,24
2e »	— 0,81	— 1,18	— 1,34	— 0,91	— 0,01	— 0,03	— 0,41	— 0,67
3e »	— 0,41	— 1,59	— 2,35	— 0,15	+ 2,80	+ 2,69	+ 0,85	+ 0,28
Mois	— 0,86	— 1,47	— 1,80	— 0,66	+ 1,13	+ 1,12	— 0,08	— 0,52
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	855	863	869	816	791	771	816	811
2e »	867	878	884	851	816	835	856	832
3e »	810	829	832	741	620	606	710	773
Mois	843	856	861	801	738	733	791	804

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre
	0	0	0		mm	cm
1re décade	— 3,34	+ 1,29	+ 5,47	0,81	4,2	148,40
2e »	— 2,32	+ 0,64	+ 5,43	0,99	8,8	141,70
3e »	— 3,71	+ 4,15	+ 4,23	0,56	0,1	134,55
Mois	— 3,14	+ 2,10	+ 4,98	0,78	13,1	141,33

Dans ce mois l'air a été calme 2,2 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,56 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 35°,9 E. et son intensité est égale à 44,4 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JANVIER 1889.

Le 5, fort vent à 10 h. du matin.
6, fort vent depuis 4 h. soir.
7, légère neige à 7 h. du matin.
10, neige pendant tout le jour.
11, neige jusqu'à 7 h. matin, de 1 h. à 4 h. soir, et depuis 10 h. soir; fort vent depuis 7 h. soir.
12, fort vent jusqu'à 7 h. soir; neige depuis 1 h. soir.
20, brouillard depuis 10 h soir.
21, brouillard jusqu'à 7 h. matin; neige depuis 10 h. soir.
23, forte bise depuis 4 h. soir.
27, forte bise de 10 h. matin à 4 h. soir; brouillard à 1 h. soir et à 7. h soir.
30, neige de 4 h. à 7 h. soir.
31, neige jusqu'à 7 h. matin; brouillard de 10 h. matin à 7 h. soir.

Remarque. Un nouveau thermomètre à maxima n'a remplacé l'ancien que le 24 janvier, de sorte que jusqu'à cette date les maxima absolus ont été remplacés par les maxima des six observations diurnes.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM

	mm
Le 3 à 9 h. soir	567,58
5 à 10 h. matin	565,28
7 à 10 h. soir	565,16
18 à 11 h. soir	570,00
28 à 11 h. matin	572,80
31 à 10 h. soir	564,90

MINIMUM.

	mm
Le 2 à 6 h. matin	561,25
4 à 4 h. soir	562,98
6 à 2 h. soir	564,10
12 à 4 h. soir	550,50
22 à 5 h. matin	556,35
30 à 7 h. soir	563,20

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum absolu.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.			
	millim.	millim	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim				
1	563,23	+ 1.87	562.33	564,30	— 4 15	+ 4,46	— 5,9	— 3,0	.....	.....	....	SO.	1	0,37
2	562,19	+ 0.86	561,25	562.88	— 6,21	+ 2,43	—10,0	— 3,7	.....	.....	....	NE.	1	0,00
3	565,45	+ 4,14	563.06	567,58	— 7,11	+ 1 56	—10,4	— 4,9	.....	.....	....	NE.	1	0.00
4	564,93	+ 3.64	562 98	567,53	—11,05	— 2.35	—13,2	— 6,7	.....	.....	....	NE.	1	0,03
5	564.94	+ 3,67	564,28	565 28	—11,31	-- 2,58	—13.5	— 8,6	.....	.....	....	NE.	1	0.10
6	564,51	+ 3,26	564,10	565 25	—11 41	— 2,64	—13,6	-- 9.3	.....	.....	....	SO.	2	0,07
7	564.74	+ 3,51	564,16	565,16	— 8,91	— 0,11	—10.2	— 7,4	.....	.....	....	SO.	1	0,55
8	563,81	+ 2,60	562,45	565,08	— 6 85	+ 1 98	— 9,2	— 4,0	.....	.....	....	NE.	1	0,13
9	560,26	— 0,92	558,60	562,17	— 8.76	+ 0,09	—10,9	— 5,8	.....	.....	....	SO.	1	0,07
10	554,29	— 6 86	552,23	558,20	—10,41	— 1,54	—12,6	— 9,1	260	21,8	....	SO.	1	1,00
11	552.08	— 9.04	551 84	552.51	— 9.45	— 0.56	—12,6	— 7,5	70	6,9	....	SO.	1	0,95
12	551,14	— 9.96	550.50	552,00	— 9.58	— 0.67	—11,2	— 8,3	90	11,6	....	SO.	3	0 93
13	554,13	— 6,94	551,85	556,24	—10.73	— 1.80	—12,4	— 9.0	.....	.....	....	SO.	1	0.35
14	557,02	— 4.02	556.10	558,43	—11,45	— 2,50	—12.8	— 7,7	.....	.....	....	NE.	1	0,05
15	558 84	— 2.17	558.33	559,20	—11,10	— 2,13	—12.8	— 8,8	.....	.....	....	SO.	1	0,00
16	559,79	— 1,19	558.99	561.75	—10,01	— 1,02	—12,5	— 8,3	.....	.....	....	SO.	1	0,00
17	565,16	+ 4,21	561,93	567,92	— 5,03	+ 3,98	— 8,4	— 1,9	.....	.....	....	SO.	1	0,07
18	569,30	+ 8,38	567 95	570,00	— 3,40	+ 5 62	— 5,9	— 1,3	.....	.....	....	SO.	1	0.05
19	568,21	+ 7,32	565.44	569.93	— 3,23	+ 5.80	— 6,2	— 1.3	.....	.....	....	NE.	1	0,28
20	562.28	+ 1,42	560,18	565.18	— 7 36	+ 1.68	—11.6	— 5,5	.....	.....	....	NE.	1	0,77
21	558,16	— 2.66	556 90	560.00	—10,70	— 1.65	—11,8	— 8,0	80	4,0	....	NE.	1	0.65
22	557,09	— 3,70	556,35	557,88	—12.41	— 3,35	—14.8	— 9.9	.....	.....	....	NE.	1	0,12
23	558,55	— 2.21	558.10	559,78	—13.93	— 4,86	—15,9	—11,8	.....	.....	....	NE.	2	0,03
24	561,36	+ 0,63	559,63	564,60	— 7,55	+ 1,52	—14,4	— 4,5	.....	.....	....	NE.	1	0,03
25	565.50	+ 4.81	564,83	566,10	— 5,15	+ 3,93	— 8.2	— 2,2	.....	.....	....	NE.	1	0 00
26	567,35	+ 6,70	566.17	568,07	— 5 91	+ 3.17	— 8,0	— 3,8	.....	.....	....	NE.	1	0,00
27	568,34	+ 7.73	566,75	570,90	— 9,15	— 0.07	—11,4	— 5,3	.....	.....	....	NE.	2	0,37
28	571,79	+11,22	571,00	572.80	— 5,18	+ 3,90	— 9,8	— 2,5	.....	.....	....	NE.	1	0,02
29	569,16	+ 8,62	566.40	571,88	— 4.63	+ 4,45	— 7,6	— 0,8	.....	.....	....	NE.	1	0.25
30	564,25	+ 3 74	563.20	566,35	— 4,75	+ 4,32	— 8,2	— 3,0	.....	.....	....	NE.	1	0,67
31	564,32	+ 3.84	563,25	564.90	— 5.58	+ 3,49	— 6.6	— 4.3	100	5,0	....	NE.	1	0,83
Mois.	562 33	+ 1,84			— 8.14	+ 0,90								0,28

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — JANVIER 1889.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	563,54	563,30	562,90	563,07	562,51	562,39	562,46	562,52
2e » ...	559,52	559,67	559,61	559,98	559,63	559,76	560,05	560,15
3e » ...	564,12	563,97	564,04	564,38	563,99	564,04	564,33	564,48
Mois	562,45	562,36	562,25	562,53	562,11	562,13	562,34	562,45

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	— 8,61	— 8,38	— 6,96	— 8,18	— 9,03	— 9,17
2e » ...	— 8,70	— 8,11	— 6,17	— 7,21	— 8,54	— 8,69
3e » ...	— 8,79	— 7,45	— 5,85	— 6,94	— 8,21	— 7,71
Mois	— 8,70	— 7,96	— 6,31	— 7,43	— 8,58	— 8,50

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade...	— 10,95	— 6,25	0,23	21,8	260
2e » ...	— 10,64	— 5,96	0,34	18,5	160
3e » ...	— 10,61	— 5,10	0,27	9,0	180
Mois	— 10,73	— 5,75	0,28	49,3	600

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,39 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 18.3 sur 100.

REVUE GÉOLOGIQUE SUISSE

POUR L'ANNÉE 1888

PAR

MM. Ernest FAVRE & Hans SCHARDT.

PREMIÈRE PARTIE

Cette revue est divisée, comme les précédentes, en deux parties. La première comprend l'analyse des descriptions géologiques et des recherches relatives aux minéraux, roches, etc.; la seconde traite des travaux relatifs aux terrains, des formations les plus anciennes jusqu'aux dépôts actuels.

NÉCROLOGIE. — Cette année a enlevé à la science un homme, dont notre revue a souvent cité le nom. M. G. vom RATH[1], professeur à Bonn, est mort subitement en avril 1888. Sa réputation est due à ses travaux cristallographiques, à ses recherches chimiques sur les minéraux et les roches, spécialement les roches vol-

[1] J. Lehmann, G. vom Rath. *Neues Jahrb. für Mineralogie*, etc., 1888; II, p. 1-15.

caniques. On lui doit aussi une série de notes et de relations de voyages.

Descriptions, roches, géologie dynamique.

Descriptions géologiques.

CARTES DE LA SUISSE. — M. le prof. LANG [1] a retracé l'histoire des travaux relatifs à la carte géologique de la Suisse; il a montré comment le grand travail, maintenant achevé, de la carte à 1 : 100,000, a été précédé et préparé par des ouvrages isolés, dus à l'initiative individuelle des C.-N. Lang, des Scheuchzer, des G.-S. Gruner, des H.-B. de Saussure, qui font partie d'une première période. Le grand travail de l'exploration systématique de notre sol ne commença qu'à la suite des premiers travaux de Conrad Escher de la Linth, d'Ebel et de L. de Buch, de Studer, de Merian, d'A. Escher de la Linth, d'A. Favre, auxquels il faudrait ajouter encore de nombreux noms de géologues contemporains, élèves et continuateurs du travail dont ils avaient jeté les bases. C'est de cette collaboration qu'est sortie enfin la carte géologique de la Suisse en 25 feuilles et qui a été publiée aux frais de la Confédération.

M. G. MAILLARD [2] a écrit la première partie d'un traité élémentaire de géologie, appliqué à la Haute-Savoie et adressé spécialement aux habitants de ce pays. Il y résume les notions sur les phénomènes actuels de la

[1] *Archives des Sc. phys. et nat.*, 1888, XX, 321.

[2] G. Maillard, Géologie élémentaire appliquée à la Haute-Savoie. *Revue savoisienne,* XXX, 1889, p. 25-40.

sédimentation, de la fossilisation, des terrains, leur distinction et leur classification suivant leur âge, enfin les méthodes usitées pour représenter la structure géologique du sol, les cartes et profils géologiques, qui servent à mettre en évidence les accidents intérieurs, les dislocations et les dénivellations. Ce travail, lorsqu'il sera terminé, servira utilement à la vulgarisation de la science.

ALPES. — *Alpes occidentales.* Une intéressante note sur la géologie des Alpes italiennes occidentales, au sud du Mont-Blanc, est due à M. ZACCAGNA [1], ingénieur. La carte géologique à petite échelle, qui accompagne cette étude, montre fort bien la distribution des terrains sur le versant italien des Alpes, entre la frontière française et la plaine du Pô; les limites au nord sont le Mont-Blanc et le Mont-Rose. Cinq profils transversaux, dont trois passent à travers les Alpes liguriennes, reproduisent avec netteté la structure de cette région. Le premier passe par le Mont-Blanc et la vallée d'Aoste, qui occupe un pli synclinal, renfermant du carbonifère, du trias et du jurassique. Les intercalations de schiste amphibolique, de quartzite et de marbre, dans le massif de gneiss de la Tour-Ronde, au sud du val d'Aoste, sont intéressantes à constater. Le second profil passe par le Mont-Viso, de Saint-Paul d'Ubaye (France) jusqu'à Rocca di Cavour, traversant des roches essentiellement cristallines. Du côté de Saint-Paul, l'éocène (macigno et schistes à fucoïdes) s'applique contre le jurassique, suivi de trias, et celui-ci repose sur les schistes cristallins avec de nombreuses intercalations de schiste

[1] D. Zaccagna, Sulla geologia delle Alpi Occidentali; *Bull. R. comit. geol. d'Italia,* XVIII, p. 346-416, 8°. Deux planches de profils et une carte.

amphibolique, de diabase et de serpentine; mais sur le versant italien, les terrains cristallins s'abaissent jusqu'à la plaine du Pô et s'enfoncent sous les terrains récents qui couvrent cette dépression. Le Mont-Viso, qui marque le point culminant de la région, est un massif formé de schiste amphibolique, d'euphotide et de serpentine schisteuse.

Les trois derniers profils montrent la structure tourmentée des Alpes maritimes liguriennes. Au sud, le massif éocène, bordant la Méditerranée, puis les replis de la chaîne elle-même, comprenant les assises du carbonifère et du trias, et qui se succèdent en ondulations répétées jusqu'à la plaine du Pô, faisant ressortir la transgression très frappante du tertiaire sur le trias bouleversé.

M. KILIAN[1] a fait une étude très complète de la montagne de Lure, chaînon qui s'élève à l'ouest de la Durance, parallèlement au cours du Jabron, au sud du massif de la Drôme, sur une longueur de 42 kilomètres. Le petit massif qui s'élève sur la rive gauche de la Durance en est en réalité la continuation; la gorge étroite de Sisteron n'est qu'une coupure transversale. Cette montagne est d'un haut intérêt pour la géologie, d'abord par sa série de terrains, très complète, allant du trias au miocène supérieur, et surtout par les nombreuses dislocations, failles, etc., qui la découpent. La chaîne de Lure offre dans son ensemble la disposition d'une voûte déjetée vers le nord, où elle est rendue abrupte par plusieurs gradins successifs, formés par les assises coupées à pic

[1] W. Kilian, Description géologique de la montagne de Lure (Basses-Alpes) avec 3 cartes et 8 planches. 458 p., 8°. Paris, 1889.

du néocomien et du jurassique; un pli-faille en suit, sur une certaine longueur, le pied nord, et passe très visiblement à un pli anticlinal, qui ailleurs disparaît à son tour, en sorte qu'à l'approche de la Durance, le pli anticlinal de Lure est séparé du pli anticlinal du nord (chaînon du roc de l'Aigle) par un simple synclinal. Cette zone étroite, comprise entre l'anticlinal du nord et celui de Lure, est donc très remarquable; car le pli-faille est remplacé tour à tour par une voûte distincte, par une double voûte, par deux failles parallèles, etc., accidents que l'auteur figure avec détails.

La région centrale du versant sud de la chaîne offre une structure très particulière; ce versant s'abaisse très doucement vers le bassin de Forcalquier, offrant une vaste surface ondulée, formée par les divers étages du néocomien, notamment du néocomien supérieur (urgonien et aptien). Cette région est traversée de nombreuses fractures parallèles, dont l'auteur donne une carte spéciale. Elles sont faciles à constater par l'existence au-dessus du néocomien supérieur, de lambeaux de gault et de grès vert qui permettent de distinguer les zones d'affaissement. Les profils de M. Kilian montrent jusqu'à 15 failles sur 12 kilomètres de longueur. A voir ces profils, on dirait des massifs cassés et bouleversés, comme les glaçons brisés pendant la débâcle.

La cluse de Sisteron, représentée par plusieurs phototypies, est un point aussi intéressant que pittoresque; les bancs verticaux du jurassique y forment le rocher de la Balme, dont les couches érodées montrent un profil naturel très net de cette extrémité de la montagne.

Nous ne pouvons suivre l'auteur dans ses descriptions non plus que dans l'intéressant exposé qu'il donne du

système ds plissements des chaînes entre le Plateau central de France et les massifs alpins; mais nous attirons l'attention des géologues sur ce travail, qui expose d'une manière complète l'histoire géologique d'une petite région en la rattachant à celle du bassin inférieur du Rhône tout entier.

On peut distinguer deux systèmes de dislocations, l'un antérieur au miocène, auquel appartiennent les failles qui limitent le massif à l'est et au nord; l'autre, postérieur à cette époque comprenant entre autres le pli-faille qui a donné lieu à la chaîne elle-même, ainsi que le réseau de fractures du versant sud, lequel est dû sans doute à un effet de torsion.

Les terrains affleurant dans la chaîne de Lure sont les suivants :

Quaternaire.

Éboulis, brèches et dépôts divers, alluvions modernes.
Terrain glaciaire.
Alluvions anciennes.

Tertiaire.

Miocène supérieur, conglomérats et marnes rougeâtres, *Planorbis Mantelli, Helix Moguntina.*

Helvétien, mollasse marine à *Lamna, Tapes, Pecten*, etc.

Aquitanien (calc. de Beauce), *Helix Ramondi; Planorbis cornu, Limnea pachygaster.*

Tongrien, marnes grises à *Potamides Lamarki.*

Terrain éocène; conglomérat et argiles bariolées souvent gypsifères. *Limnea longiscata.*

Crétacé.

Cénomanien. Calcaire gréso-marneux glauconieux. *Am. rhotomagensis, varians, Holaster subglobosus,* etc.

Gault. Grès vert à *Am. Beudanti, inflatus*, *Inoceramus concentricus*, etc.

Aptien. Marnes à *Am. nisus, Am. furcatus* et *Bel. semicanaliculatus.*

Urgonien et *Rhodanien*. Calc. à *Ancyloc. Matheroni* et *Am. Deshayesi*, passant au sud au calc. à *Requienia ammonia.*

Néocomien. 1. Calc. à *Am. difficilis.*
2. Couches à *Crioc. Duvali* et *Bel. dilatatus.*
3. Couches à *Am. Jeannoti* et *Aptychus Didayi.*
4. Marnes à *Am. Roubaudi* et *neocomiensis.*
5. Calc. marneux à *Am. Boissieri.*

JURASSIQUE.

Tithonique. 1. Calc. et brèches à *Am. Geron* et couches à *Am. Calisto*, *Terebr. Janitor.*

2. Calc. massifs, calc. bréchoïdes et conglomérats à *Am. Loryi*, *Am. polyolcus.*

Oxfordien. Calcaire à *Am. polyplocus*, compact, régulièrement stratifié. *Am. Lothari, tortisulcatus*, *acanthicus*, etc.

Marno-calcaires devenant plus compacts vers le haut.

Calc. marneux à *Am. canaliculatus* et *Am. bimammatus.*

Énorme épaisseur de marnes feuilletées. *Am. Lamberti*, etc.; dans un niveau supérieur, *Am. tortisulcatus, Am. cordatus, Am. perarmatus*, *Am. Henrici*, etc.

Callovien. Schistes noirs à *Posidonomya Dalmasi.*

Bathonien. Calcaires en bancs réguliers, *Cancellophycus scoparius, Am. Parkinsoni*, *Am. Garanti, Am. tripartitus*, etc.

Bajocien. Calcaires foncés bien stratifiés et marnes schisteuses gris noirâtres. *Posidonomya alpina, Am. Parkinsoni*, *Am. Humphriesianus.*

LIAS.

I. Schistes noirs et calcaires bleu noirâtres, *Am. radians.*

II. Calcaires et marnes schisteuses du lias moyen, *Am. margaritatus.*

III. Calcaires à *Gryphaea arcuata*, fétides et renfermant des rognons siliceux, *Am. bisulcatus.*

TRIAS.

Infralias, étage hettangien. Calcaires avec *Ostrea sublamellosa, Schlotheimia angulata.*

Argiles bariolées, associées à des cargneules, à des dolomies et à des gypses.

M. Hollande[1] a publié la suite de son mémoire sur les dislocations des montagnes de la Savoie. La première partie a trait aux phénomènes de sédimentation et de différences de facies dans les terrains qui constituent ces montagnes, et décrit spécialement comme exemple le massif des Beauges.

Au-dessus des masses cristallophylliennes (nommées ordinairement schistes cristallins), on rencontre d'habitude le trias (rarement le carbonifère), qui se compose de grès quartzites, calcaires magnésiens, dolomie, cargneule, schistes noirs, anhydrite et gypse. Plus haut, vient le rhétien, suivi du lias inférieur à *Gryphæa arcuata* et *Aegoceras planicosta*, et des schistes noirs (toarcien). Le dogger présente à sa base le bajocien à *Am. Murchisonæ* et *Sowerbyi*, et à sa partie supérieure des schistes à *Posidonomyes*, le callovien avec *Am. cordatus*, auxquels succèdent le calcaire foncé à *Am. transversarius* et des calcaires lithographiques de l'argovien, qui ouvrent la série du malm; l'étage séquanien suit avec le même aspect, puis le tithonique, représentant le niveau du kimmeridgien et qui se termine par un calcaire à Ammonites crétacées; suit l'infracrétacé à *Terebratula diphyoides*. Le crétacé offre les facies tranchés des étages valangien, hauterivien et urgonien, tels qu'on les rencontre dans le Jura. Ils sont suivis du gault, à l'état de sable vert ou de lumachelle jaunâtre, et du sénonien, auxquels succèdent divers niveaux du nummulitique (poudingue à *Num-*

[1] Hollande, Étude sur les dislocations des montagnes de la Savoie (suite). *Bull. Soc. hist. de Savoie*, 1888, p. 71-96, 1 tableau.

mulites perforata, schistes noirs à lignites et *Cyrena Vilanovæ,* bartonien et niveau du calcaire à *Num. striata*). Sur quelques points, on trouve des dépôts ferrugineux oolithiques, analogues au sidérolithique, puis des poudingues à *Natica angustata,* enfin le flysch schisteux, avec empreintes de feuilles et restes de poissons; quelques lambeaux de grès et marnes aquitaniens avec *Helix Ramondi* l'accompagnent.

La seconde partie du mémoire de M. Hollande[1] renferme une série de descriptions locales donnant, d'une part, la succession des terrains dans les divers gisements étudiés, et d'autre part leur état de dislocation.

Ce qui ressort surtout de cette étude, ce sont les dislocations compliquées dans le voisinage des massifs cristallins, d'où résultent des contacts anormaux, des failles immenses, des glissements inexplicables, et, dans certains cas, des replis multiples, se succédant en superposition verticale. Trois planches de profils, parmi lesquels nous ne relevons que quelques faits, témoignent de la complication des dislocations dans la région étudiée.

Le pied du massif des Beauges, qui s'élève entre le cours de la Leisse et l'Isère, offre de nombreux exemples du contact des terrains sédimentaires avec les schistes cristallins formant le noyau du massif des Aiguilles-Rouges, situé à l'est des vallées de l'Isère et de l'Arly.

Comme cela a été constaté ailleurs, le contact est tantôt concordant, tantôt discordant avec la stratification des terrains cristallins, et de plus, dans l'intérieur du massif cristallin, on trouve, reposant sur la

[1] *Loc. cit., ibid.*, p. 129-160, 3 planches.

tranche des bancs verticaux, des lambeaux de trias et de lias, en couches peu inclinées ou horizontales.

Le terrain sédimentaire le plus ancien est le terrain houiller, grès et schistes avec empreintes de fougères, surmontés parfois de poudingue (verrucano). Lorsque le carbonifère manque, c'est le trias qui forme le contact avec les terrains cristallophylliens. Il est formé de quartzites, de calcaires magnésiens, de cargneule et de marnes rouges; au-dessus, on trouve en montant toute la série jurassique et crétacée, jusqu'au sénonien, avec des lambeaux de mollasse marine et du sidérolithique. Nous résumerons cette série stratigraphique dans la seconde partie de cette *Revue*.

La vallée de l'Arly est encaissée sur la zone de contact des schistes cristallins et des terrains franchement sédimentaires. M. Hollande montre dans les deux premières planches les divers accidents qui accompagnent ces contacts le long de cette vallée, et plus au sud, dans celle de l'Isère.

Au pied de la pointe de la Sellive, on voit se succéder, à partir des schistes cristallins, vers l'ouest, du lias, de l'infranéocomien, suivi de jurassique supérieur, d'oxfordien et de dogger; ces couches forment un pli en C (voûte, non synclinale), ayant la convexité tournée du côté du massif cristallin, dont il est séparé par le lias. Sur l'autre versant de la pointe de Sellive, le noyau de dogger de cette voûte couchée butte, par un contact tout aussi étrange, contre une nouvelle masse de terrain crétacé.

Un profil allant de la vallée de Couz jusqu'à la vallée de l'Isère, par la partie S. du massif des Beauges, montre une succession des divers replis, tous troublés par des

failles, dont plusieurs sont peut-être de vraies failles de plissement, quoique l'auteur leur attribue un rejet vertical allant à une grande profondeur. La présence de replis en zigzags en triple superposition, tels que les offre la Roche-Torse du massif des Beauges et ceux des nombreux plis-failles du plateau de Montagnole, et qui passent à de vrais chevauchements, semblent confirmer cette supposition. Quoi qu'il en soit, cette partie du mémoire de M. Hollande constitue une étude excellente de la structure du massif des Beauges, massif qui est la suite des chaînes calcaires des Vergys et de la Pointe-Percée et dont le prolongement lointain est la chaîne des Dents du Midi.

Une nouvelle suite à ce mémoire [1] a plus spécialement trait aux environs immédiats de Chambéry et est accompagnée d'une carte géologique détaillée de la région au nord et sud de cette ville. Deux planches de profils font connaître la structure de la colline de Lémenc et du mont Saint-Michel. Les replis compliqués par des failles sont partout nombreux et les terrains jurassiques de ces localités offrent une série intéressante de niveaux fossilifères des plus riches.

Nous avons déjà mentionné (Rev. pour 1884 p. 169) l'intéressante découverte de M. TAVERNIER [2] dans le voisinage de Taninges. Il s'agit d'affleurements de massifs de roches granitiques dans le milieu du flysch. Cet auteur vient de décrire ces gisements avec un peu plus de détails que ne l'avait fait M. Alph. Favre, et signale les observations faites sur ce point par MM. Lory et A. Jaccard.

[1] *Bull. Soc. Sc. nat. de Savoie*, 1888, p. 229-256.

[2] Tavernier, Roches cristallines dans le canton de Taninges. *Revue savoisienne*, juillet-août 1888, p. 225-235.

Aux sources d'un ruisseau descendant de la montagne de la Loy vers le Maderel, affluent du Giffre, se trouve un pointement de roches primaires et, vers le mas de la Rosière, existe un chaînon de roche granitique à 1400 m. Cet affleurement a 1200 m. de longueur, en y comprenant quelques faibles interruptions de continuité ; sa largeur est de 20-30 m.

Dans cette même montagne, mais un peu plus haut, à l'origine d'un ravin, existe un grand affleurement d'une roche verte que MM. Fouqué et Michel Lévy ont déterminé comme une ophite andésitique et qui paraît en relation avec les serpentines signalées anciennement déjà dans la montagne de la Loy. MM. Lory et Jaccard disent avoir reconnu un vrai porphyre à grands cristaux d'orthose. Ainsi que l'avait déjà fait M. Alph. Favre, ils rangent le terrain qui entoure ces affleurements dans le tertiaire ancien, soit le flysch.

Plusieurs ravins se réunissent pour former le ruisseau de l'Arpettaz dans lequel existe encore un affleurement remarquable de roches verdâtres de la texture du porphyre et de la serpentine.

En résumé, les roches dominantes dans ces affleurements perçant au milieu du flysch sont : serpentine et stéatite, euphotide et hypersthène, amphibole et diorite, porphyre et ophite, granit et protogine. Cet assemblage de roches variées mériterait d'être l'objet d'une étude minéralogique spéciale.

Alpes centrales. En donnant un court aperçu de la chaîne des Dents du Midi, M. H. Schardt [1] insiste sur la

[1] *Archives des Sc. phys. et nat.*, 1888, XX, 178. *C. R. Soc. vaud. Sc. nat.*, 7 mars.

complète désagrégation du haut de l'arête, presque entièrement découpée dans le néocomien. Cette arête qui renferme une voûte couchée, n'offre plus, dans la partie culminante, que deux petits lambeaux de calcaire urgonien, à la Dent Jaune et à la Cime de l'Est (urgonien inférieur) correspondant à la bande continue qui suit le pied N.-O. de l'escarpement. Il est certain qu'autrefois cette arête était couronnée d'une seconde zone de terrain urgonien et peut-être aussi de nummulitique. Cela paraît très évident pour l'urgonien qui a fourni la moitié au moins des gros blocs fossilifères (*Requienia, Sphaerulites, Polypiers,* etc.) qui composent la moraine de Salanfe au pied du glacier du Plan Névé, sur le versant sud de l'arête. Cette moraine est la dernière moraine frontale du glacier et se trouve à 2000 ou 2500 m. d'altitude, au pied de la moraine actuelle. L'arête des Dents du Midi a donc subi un abaissement considérable depuis la fin de l'époque glaciaire.

M. Edm. de Fellenberg [2] a publié un aperçu géologique du champ d'excursion du Club alpin suisse pour la dernière période. Cette région embrasse le massif du Finsteraarhorn. Dans la partie occidentale des Alpes bernoises, la couverture des terrains sédimentaires est presque continue et forme des replis nombreux qui se succèdent par gradins sur le flanc des massifs ou forment dans le haut de la chaîne de vastes plateaux. Avec l'apparition des roches cristallines du massif central, l'aspect change totalement. Les formes massives des Alpes calcaires sont remplacées par des arêtes nombreuses et étroites, des-

[1] Dr Edm. v. Fellenberg, Geologische Uebersicht ueber das Excursionsgebiet, etc. *Jahrbuch S. A. C.*, XXII, 1887, 35 p., 8°.

quelles surgissent des pointes élancées. Ces formes persistent encore sur le versant nord, où les terrains sédimentaires existent sous forme de coins pénétrant profondément entre les roches cristallines. Le caractère extérieur, le relief et les détails des formes orographiques de cette région sont déterminés par la nature des roches. Les masses granitiques forment des croupes arrondies, les schistes cristallins des crêtes découpées et dentelées, la protogine s'élève sous forme de tours abruptes qui contrastent fortement avec les formes irrégulières des arêtes de schistes cristallins.

Partout le plongement des strates est extrêmement rapide, entre 45 et 80°; au nord, le plongement est dirigé au sud, au centre il est vertical et au sud les couches s'enfoncent vers le nord, de manière à compléter la structure en éventail qui est le caractère dominant de ce massif.

Nous avons déjà analysé (Revue pour 1887, p. 239) la classification des roches cristallines du massif en question. L'auteur distingue du centre vers les bords la succession suivante de roches :

1. Granit, vrai granit primitif massif.
2. Gneiss granitique à structure schisteuse.
3. Gneiss, dont il faut distinguer diverses variétés.

a. Gneiss gris de la zone nord.

b. Gneiss de la zone sud, se composant des facies suivants : 1. Gneiss œillé (gneiss du Grimsel); 2. Gneiss séricitique et gneiss œillés à séricite.

4. Schistes cristallins, micaschistes, gneiss et schistes séricitiques (phyllades et schistes helvétans, Casanna, pars).
5. Amphibolite et diorite, apparaissant au centre de la zone moyenne des schistes cristallins et dans les gneiss, surtout dans les gneiss œillés.
6. Verrucano, sernifite, conglomérat rouge permien sur lesquels repose, au Lötschenpass, le grès arkose.

7. Dolomie et cargneule avec les soi-disants schistes lustrés; n'apparaissant que sur le versant sud du massif.

8. Les sédiments de la formation jurassique et d'âge plus récent, se montrent le long du bord septentrional du massif et y forment les remarquables coins, et lambeaux pénétrant entre les replis du gneiss, dont M. Baltzer a donné une description détaillée.

Dans la dernière partie de cette notice, M. de Fellenberg décrit le rôle orographique de chacune de ces variétés de roches et expose en peu de mots l'extension de chaque zone et son importance dans la formation du relief et de la topographie.

L'important travail de M. le prof. BALTZER[1], sur la structure de la partie centrale du massif de l'Aar (massif du Finsteraarhorn) et d'une section de celui du Saint-Gothard, fait faire un nouveau progrès à la connaissance des chaînes centrales des Alpes et des massifs cristallins. Le territoire décrit est contenu dans la feuille XIII de l'atlas géologique suisse et fait suite à la région déjà décrite dans la livraison XX des *Matériaux*.

Le caractère le plus saillant de l'architecture de ce massif est l'effet exagéré du refoulement tangentiel. Le gneiss, et même le gneiss granitique ont été poussés par-dessus les sédiments calcaires mésozoïques. Ce massif, qui est déjeté au nord, occupe une position prédominante parmi les massifs cristallins; il s'étend sur une longueur de plus de 100 kilom., et atteint 15 à 22 kilom. de largeur. Les profondes vallées de l'Aar et de la Reuss le coupent en trois sections naturelles, et c'est

[1] Dr A. Baltzer, Das Aarmassiv (Mittlerer Theil) nebst einem Abschnitt des Gotthardmassivs, enthalten auf Blatt XIII. 1888. *Mat. p. la carte géol. de la Suisse.* Livr. XXIV. 4. 184 p., 4°, 11 planches et 34 grav. d. le texte. Voir *Archives des Sc. phys. et nat.*, 1888, XX, p. 324.

à la section moyenne, resserrée entre la Reuss et l'Aar, que se rapporte le nouveau mémoire de M. Baltzer.

Dans toute la région, les formes orographiques extérieures sont essentiellement le résultat de l'érosion, mais elles dépendent aussi de la nature et de la disposition des terrains, de l'altitude, etc.

Certaines roches se reconnaissent de loin à leur relief orographique, Le granit, l'amphibolite, le calcaire alpin, affectent souvent la forme de ruines, de tours, etc. Mais la même roche prend des allures différentes, suivant sa disposition et son état de bouleversement. Cela est spécialement le cas pour les terrains stratifiés. M. de Fellenberg a déjà insisté sur la disposition en paliers ou tables inclinées (*Pultformen*) des chaînes calcaires, qui supportent de vastes plateaux bordés d'abrupts vertigineux, tels que les Diablerets, le Titlis, l'Uri-Rothstock, les Clarides, etc. L'érosion y découpe alors des arêtes tranchantes et des pointes élancées. On reconnaît facilement les Alpes calcaires à la structure des parois en corniches, contreforts, gradins, etc. La structure des massifs centraux donne lieu à des formes extérieures bien différentes. Ce sont des massifs compacts, des socles irréguliers, sur lesquels s'élèvent des arêtes tranchantes, profondément découpées et sans plateaux. L'inclinaison, souvent uniformément rapide, donne à ces arêtes un caractère constant, lors même que parfois des pointes isolées s'élèvent à de grandes hauteurs (Finsteraarhorn). Le granit présente encore des formes en coupole ou de croupes arrondies. Les schistes cristallins offrent des arêtes tranchantes, des pointes aiguës, tandis que le gneiss, plus résistant, forme des sommets plus ramassés et plus massifs.

Pour se faire une idée bien nette de toutes les formes orographiques, il suffit de passer par la vallée du Hasli et le Grimsel. Les formes orographiques des gneiss et des sédiments contrastent admirablement dans les hauts massifs de la Jungfrau, du Mönch et du Wetterhorn, dont l'énorme altitude est due à la superposition de ces deux terrains.

La description du massif de l'Aar proprement dit se rapporte spécialement à la partie centrale, formée de roches cristallines, dans lesquelles l'auteur distingue les zones suivantes :

1. La zone du gneiss granitique (granit-gneiss) se composant de deux roches :

a. Le granit lité (Bankgranit, Alpengranit, protogine) se divise en bancs de 1^m environ. Il se compose de feldspath orthose et plagioclase, de quartz, de mica à deux axes, noir verdâtre et quelquefois de muscovite. Son grain varie et amène à la distinction d'une série de variétés. Le granit lité joue un rôle prépondérant dans les Alpes occidentales, comme dans la partie nord et ouest des Alpes centrales, mais il manque dans les Alpes du Valais et des Grisons. Il se montre dans toute la longueur du massif de l'Aar, mais il caractérise plutôt au sud de la ligne médiane des roches cristallines.

b. Le granit gneissique et le *gneiss œillé*. Le premier est intermédiaire entre le granit lité et le vrai gneiss. Il est plus riche en mica que la protogine. Le gneiss œillé renferme deux micas, muscovite vert clair et biotite foncé. Ces trois variétés de roches alternent souvent. Le granit lité prédomine, le gneiss œillé est plutôt subordonné aux deux autres. La largeur de la zone atteint 14-16 kilomètres.

2. Les gneiss de la zone sud forment une bande large de $^1/_2$ à 1 kilomètre sur le versant sud de la partie moyenne du massif; elle se compose essentiellement de gneiss œillé et fibreux, avec gneiss séricitique et micacé, subordonné, accompagné de schistes, quartzites, schistes chloriteux, épidotifères et séricitiques.

3. Les gneiss de la zone nord occupent une largeur de 5 kilomètres sur 50 de longueur. Ils ont été désignés autrefois sous les noms de gneiss gris, gneiss helvétan, gneiss séricitique ; des recher-

ches plus détaillées permettent de distinguer deux types principaux :

a. Gneiss à muscovite (séricitique).

b. Gneiss à biotite et séricite, quelquefois à structure grenue.

4. Zone des gneiss séricitiques, des phyllades avec schistes feldspathiques. Ces gneiss sont caractérisés par un mica gris vert, séricitique qui forme des plaques et des traînées. La décomposition est partout très prononcée, dans le feldspath comme dans le mica. La pierre ollaire apparaît comme roche accessoire dans cette zone.

5. Zone des schistes amphiboliques. Ils sont accompagnés de gneiss et de quartzites et forment un horizon bien caractérisé et séparé de la zone granitique centrale par des gneiss. Ils se présentent sous forme de zone continue de 100-200 à 1000 mètres de largeur, ou bien sous l'apparence de lentilles allongées. Ce schiste est un mélange schisteux d'amphibole vert foncé et de feldspath gris ou blanc.

On conçoit facilement que cette distinction de zones de différente nature amène à des conclusions sur l'âge relatif des divers éléments d'un tel massif. Le granit, le granit gneissique et le gneiss œillé, forment la partie la plus ancienne du massif, autour de laquelle se moulent les zones plus récentes, comme le montre le tableau suivant :

1. Chaîne calcaire (malm).
2. Formations intermédiaires, dogger, lias, dolomie, verrucano, schistes noirs (carbonifère).

3. Zone des gneiss séricitiques, plus récents, phyllades, et schistes amphiboliques.	Phyllades séricitiques et gneiss avec schistes feldspathiques et pierre ollaire. Schiste et gneiss amphiboliques, amphibolites.

4. Gneiss anciens au nord et au sud de la zone granitique.
5. Zone ancienne de gneiss granitique.

L'auteur admet l'existence dans le massif de l'Aar d'une série de replis qui expliquent en même temps les intercalations de calcaire dans le gneiss et les coins de

gneiss dans le calcaire, comme aussi les alternances de gneiss séricitique avec le gneiss ancien. Il a constaté l'existence de cinq replis en forme de voûte, séparés par autant de synclinales.

L'étude détaillée des phénomènes de dislocation, de contact, de plongement, a fait connaître un grand nombre de faits aussi remarquables que ceux qu'avaient révélés les recherches dans le massif de la Jungfrau.

Le massif du Gothard, y compris la vallée d'Urseren, forme la troisième partie de la description. La vallée d'Urseren est une synclinale dans laquelle on trouve les zones suivantes :

1. Gneiss séricitiques et phyllades dans lesquels on distingue : *a. le gneiss d'Urseren* qui est gris vert pâle, à grain fin et fibreux avec du mica argentin; *b. les phyllades séricitiques* qui sont à grain fin et même compacts, gris et verdâtres; *c. les mica-schistes* à mica brun clair ou muscovite.

2. Cargneule formant une zone souvent interrompue sur le versant gauche de la vallée; épaisseur 50^{m}.

3. Calcaires jurassiques se poursuivant d'Andermatt vers la Furka, avec une épaisseur croissante; calcaires, cipolins et schistes noirs graphitiques. Ce sont tous des terrains sédimentaires plus ou moins métamorphiques.

Voici la comparaison entre les terrains du massif de l'Aar et de la vallée d'Urseren :

	Massif de l'Aar :	*Synclinal d'Urseren :*
Malm et dogger.	Calcaire et marbre, oolite ferrugineuse (dogger); coins calcaires d'Innertkirchen.	Calcaires compacts et schisteux, cipollin à Altekirche.
Lias.	Argilo-schistes brillants, gris et feuilletés (Gadmenthal).	Schistes noirs graphitiques.
	Dolomie.	Cargneule.
Carbonifère.	Verrucano; schistes noirs.	Schistes noirs graphitiques à la route d'Oberalp.

Précarbonifère.	Gneiss et schistes séricitiques de la zone sud. Roches séricitiques du versant nord avec pénétrations de calcaires.	Gneiss d'Urseren et schistes séricitiques.

Une petite partie du massif du Gothard est contenue sur la feuille XIII; on reconnaît les zones suivantes :

1. *Une zone de gneiss granitique* qui ne se distingue pas microscopiquement de celui du massif de l'Aar.

2. *Zone de gneiss du Gothard*, (A) gneiss à deux micas (muscovite blanc et biotite foncé) à structure œillée, par suite du groupement du mica autour de gros nodules de feldspath.

3. *Une seconde zone de gneiss* forme la variété B du gneiss du Gothard; le mica y est contenu en proportion plus considérable, tandis que le feldspath est moins abondant; cette roche, la plus commune dans le Gothard, renferme des intercalations de schistes amphiboliques, de pierre ollaire et de serpentine.

En recherchant les analogies entre les roches du massif du Gothard et celles du massif de l'Aar, il ne semble pas possible au premier abord de croire à une continuation souterraine entre leurs roches, tant les différences de facies sont grandes. On est tenté d'admettre que les gneiss du massif de l'Aar sont plus anciens et il faudrait que, par suite d'une faille, aidée d'une dénudation énorme, ils aient été portés à la hauteur de ceux du Gothard et dénudés de leur couverture de gneiss récents. Mais il n'est pas probable que cela soit le cas, puisque les gneiss et schistes séricitiques qui forment la couverture du massif de l'Aar, manquent dans celui du Gothard. Il est d'ailleurs possible de démontrer que les roches qui remplissent les divers plis synclinaux entre ces massifs, sont de même âge et offrent des types analogues. Il y a là des motifs puissants

pour penser que les massifs qui en sont séparés, sont aussi du même âge, et que leurs différences pétrographiques ne sont que des différences de facies; et, si l'on admet encore que, par suite du refoulement latéral considérable, les plis ont été souvent modifiés par l'écrasement du flanc déjeté, qui a produit des plis-failles, des chevauchements, etc., on s'explique facilement les irrégularités et les lacunes dans la succession des zones analogues. La grande pression et les degrés divers de métamorphisme mécanique ont pu produire les différents caractères pétrographiques d'une même zone. En tenant compte de l'analogie de structure et de composition chimique, comme aussi des allures générales des diverses zones, il y a possibilité d'établir entre les deux massifs le parallélisme suivant [1] :

Massif de l'Aar :	*Massif du Gothard :*
Gneiss séricitique et schistes. Schiste feldspathique du Hasli et pierre ollaire [1].	Gneiss d'Urseren et schistes séricitiques du pli d'Urseren.
Schistes amphiboliques, amphibolites et gneiss.	Gneiss du Gothard *B*. Gneiss micacé et séricitique avec schistes amphiboliques, pierre ollaire et serpentine.
Gneiss à biotite et séricitique; gneiss avec lentilles schisteuses.	
Gneiss micacés du nord. Gneiss riche en micas d'Erstfelden. Gneiss du Wasenhorn. Gneiss du sud (pars).	Gneiss du Gothard *A*, à deux micas, riche en feldspath (Gneiss du Gamsboden, de Sella). Gneiss de la Fibbia.
Gneiss œillé à deux micas. Granit gneissique (protogine).	Gneiss œillé, feldspathique et rubanné de Rotondo à structure porphyroïde.
Granit lité (granit protogine).	Granits de Cacciolalp et de Rotondo.
Granit en massifs filons.	Filons granitiques.

[1] Les lignes ondulées indiquent les relations hypothétiques de facies.

Il n'est pas possible de résumer ici les observations détaillées sur ces massifs sans avoir sous les yeux les nombreux profils et croquis, qui sont indispensables pour leur intelligence. Nous renvoyons pour cela au livre de M. Baltzer.

L'auteur résume de la manière suivante les diverses phases de la formation du massif de l'Aar :

1. Formation de sédiments à structure alternativement gneissique et granitique (noyau), supportant les gneiss séricitiques, les schistes amphiboliques, etc. (enveloppe schisteuse).

2. Première dislocation et formation de fissures pendant l'action du refoulement sur cet ensemble de couches (avant le dépôt du verrucano) ; au bord occidental du massif le plus disloqué, surgissent des granits éruptifs qui pénètrent dans la couverture schisteuse, ainsi que dans les vides entre les schistes et le noyau, où ils forment des amas.

3. Plissement définitif postjurassique du massif, se prolongeant, avec intensité variable, jusque dans l'époque tertiaire. Les roches cristallines se replient à des profondeurs toujours plus grandes et se redressent. La couverture sédimentaire ne suit pas ces replis profonds, mais se plisse indépendamment, comme détachée du noyau, et se relève par places par-dessus les roches cristallines. Les modifications mécaniques et chimiques pendant ces dislocations ont dû être énormes et ne permettent d'émettre aucune conjecture sur la nature primitive des roches disloquées.

4. La dénudation, agissant simultanément avec la dislocation, a fait disparaître une épaisseur d'au moins 1000 mètres de terrain, et mis à nu, dans le massif plissé, les roches du noyau, surtout dans la partie centrale.

Le massif des Alpes tessinoises est séparé de celui du Saint-Gothard par une zone de roches sédimentaires de marbre, calcaire, dolomie, cargneule, gypse, anhydrite, schistes calcaréo-micacés, schistes à grenats noirs, et schistes gris ou vert noirâtre, contenant du disthène. Cette zone se voit déjà au col des Nufenen et du Gries, passe par le val Bedretto, par Airolo, et se continue par le val Canaria jusqu'au col du Luckmanier, avec un développement croissant en largeur (4 kilom.). M. le Dr GRUBENMANN [1] a examiné ces terrains dans leurs diverses zones dans le but de constater la portée qu'il faut attribuer aux phénomènes dynamo-métamorphiques qui paraissent avoir si souvent modifié l'aspect des roches sédimentaires dans l'intérieur des Alpes.

L'auteur distingue les zones suivantes :

1. ZONE INFÉRIEURE DE GYPSE, CARGNEULE et DOLOMIE. Elle se voit à l'entrée du val Canaria et forme plus loin l'abrupt du versant oriental de la vallée. Le gypse renferme les minéraux suivants : quartz, pyrite, mica, talc, tourmaline, disthène et de petits cristaux de zircon jaunâtre. Ce gypse (anhydrite) est entouré d'une mince enveloppe de cargneule caverneuse et de dolomie saccharoïde et micacée.

2. PREMIÈRE ZONE DE SCHISTES A DEUX MICAS (schistes à disthène). Épaisseur 2-4^{m}. C'est une roche qui passe du gris verdâtre au vert foncé, avec un éclat nacré sur les surfaces de clivage. Entre les lames les plus épaisses, on trouve des plaques lenticulaires et enchevêtrées de mica agrégé, qui déterminent ainsi une schistosité à surfaces ondulées. On constate en outre des lamelles gris bleuâtres de disthène, des veines de quartz, accompagnées de calcites blancs et ferrugineux. C'est dans ces veines surtout que l'on trouve des aiguilles de cyanite.

L'analyse microscopique, dans laquelle nous ne pouvons pas

[1] Dr U. Grubenmann, Ueber die Gesteine der Sedimentären Mulde von Airolo. *Mittheil. der Thurgauischen naturf. Gesellsch.*, 1888, fasc. VIII, p. 1-27.

suivre l'auteur, a fait découvrir que cette roche renferme deux micas, dont l'un à deux axes et l'autre à un axe, puis des aiguilles de rutile, de la tourmaline en cristaux microlithiques ou en prismes hémimorphes, du disthène en bandes à structure fibreuse, de la *zoïsite* bien moins fréquente que le disthène, et quelquefois des grains ou des cristaux de zircon et des amas de minerais donnant après dissolution la réaction du fer (magnétite); on observe encore des petits cristaux de pyrite.

L'analyse chimique a permis de reconnaître que l'un des micas, de couleur blanche, était un *mica calcaire* ou margarite (Perlglimmer) tandis que le mica foncé paraît être un *mica meroxène;* l'analyse sommaire de la roche démontre que les deux micas sont dans le rapport de 20 : 9; ce dernier chiffre représentant le mica blanc margarite. Les schistes à disthène sont accompagnées de nombreuses alternances de schistes quartzitiques argilo-calcaires. La désagrégation donne à cette roche une teinte rosée ou de couleur rouille. L'apparition d'intercalations d'un quartzite ferrugineux brunâtre forme le passage au groupe suivant :

3. LE SCHISTE ARGILO-MICACÉ A GRENATS, commence par dix alternances avec le quartzite ferrugineux. Ils forment deux horizons; l'inférieur, épais de 1^m, est plus clairement teinté, avec taches couleur rouille, à éclat nacré; le niveau supérieur, épais de 4^m, a une couleur gris noir foncé avec un éclat plus faible. Entre les deux se trouve, sur dix mètres, du quartzite gris brun ferrugineux. On a trouvé dans ces schistes, au col de Nufenen et à Fontana, des *Bélemnites*, ce qui les a fait classer dans le terrain jurassique. L'analyse microscopique y a fait découvrir, les micas (blanc et brun) et des grains de quartz, outre des prismes de tourmaline, passablement de rutile, de la zoïsite et des grenats.

4. LE MICASCHISTE CALCAIRE forme une zone de 300^m d'épaisseur. C'est un calcaire argilo-schisteux, dont les feuillets sont couverts de paillettes de mica blanc ou gris clair. On remarque des intercalations de quartzite, de grès schisteux; et vers le haut, la roche passe à un marbre blanc à gros grain. Le microscope montre la prédominance du carbonate de chaux; les lamelles déformées et courbées du mica témoignent du déplacement que la roche a subi sous l'effet de la pression; on constate en outre des substances charbonneuses graphitoïdes (origine organique) et du minerai de fer opaque.

5. UNE SECONDE ZONE DE SCHISTE A DEUX MICAS et DISTHÈNE succède au micaschiste calcaire, mais n'atteint que 1^m50 d'épaisseur et offre, quant à la nature spéciale de la roche, sensiblement les mêmes caractères que celle de la zone inférieure.

6. La zone supérieure de gypse, dolomie et cargneule, suit le pied de la pente rapide au nord d'Airolo. Les analyses chimiques de la dolomie lui donnent une composition très voisine de la combinaison chimique $Ca_2 Mg (CO_3)_3$. Un échantillon de couleur jaune est moins riche en Mg mais contient du Fe O ; dans une certaine quantité de résidu insoluble, le microscope fait découvrir des lamelles incolores de mica à deux axes (margarite), mica verdâtre (biotite), quartz, tourmaline, rutile et zircon.

7. La zone supérieure du schiste a deux micas, commence par une roche carbonatée, fragmentée, blanc jaunâtre à grain fin avec talc qui est remplacé peu à peu par de la biotite foncée et passe enfin au schiste à deux micas. Semblable à celui de la deuxième zone, ce schiste renferme du mica blanc et brun en proportion presque égale. La stratification est déterminée par des feuillets minces de carbonate et d'argile. L'analyse microscopique démontre l'identité de cette roche avec celle des autres zones.

L'auteur formule ensuite des conclusions sur la nature de ces roches et sur la part qu'il faut attribuer, dans leur genèse, à l'influence de la pression, c'est-à-dire au métamorphisme dynamique.

Il est indubitable que toutes ces roches sont d'origine sédimentaire, il est dès lors étrange d'y trouver les inclusions minérales indiquées; leur structure témoigne d'une transformation profonde de leur aspect primitif. On se demande à quelles forces il faut attribuer cette transformation.

On peut admettre que le gypse et la dolomie forment les sédiments les plus anciens et que, primitivement, les niveaux supérieurs se composaient de calcaires argileux, représentant ainsi la série du trias et des sédiments jurassiques. C'est à la pression que doit être attribué le rôle prépondérant dans leur transformation. Le gypse et l'anhydrite ont été peu modifiés ; le calcaire argileux a pris la texture feuilletée qui caractérise les schistes à deux micas, avec les minéraux accessoires qui y sont con-

tenus. L'excédent de SiO_2 et de $CaCO_3$ s'est séparé en grains ou en lits continus. On pourrait attribuer à une pression ayant agi dans tous les sens la formation des nodules et cristaux de grenats; la texture exclusivement feuilletée doit être attribuée à une pression unilatérale. Il n'y a pas de doute que la synclinale d'Airolo a subi une très forte compression qui a considérablement réduit sa largeur. Quelle que soit la cause à laquelle on attribue ces transformations, les roches sédimentaires de cette synclinale sont un des plus beaux exemples du métamorphisme dynamique.

Les Alpes de l'Engadine, qui s'élèvent au sud de la vallée de l'Inn, se font remarquer par le grand développement des formations mésozoïques calcaires et dolomitiques qui appartiennent au trias et au lias. Cette chaîne se poursuit comme une étroite zone entre les massifs cristallins voisins et se lie à l'est au massif, également calcaire, de l'Ortler. On trouve, d'après M. Gümbel [1], au-dessus des schistes anciens, en pénétrant dans ceux-ci, les roches mésozoïques suivantes :

Trias. 1. Bancs de *grès* en lits minces et de *schistes argileux* feuilletés de couleur rouge ou gris verdâtre, remplacés parfois par une brèche particulière (en partie verrucano) qui imite l'aspect d'un gneiss séricitique (niveau du grès bigarré des régions extra-alpines).

2. Puissante série de *cargneule* avec bancs et lentilles de gypse.

3. *Calcaires* et *dolomies* noirs foncés ou gris noirs, en bancs peu épais, à délits argileux et à surfaces inégales. Vers le haut apparaissent des couches argileuses et marneuses. *Terebratula vulgaris*, *Dadacrinus gracilis* indiquent l'âge du muschelkalk.

4. Deuxième zone de *cargneule* avec gypse, dont la facile désagrégation donne lieu à des enfoncements, cols et cirques rocheux.

[1] Dr v. Gümbel, Geologisches aus dem Engadin. *Jahresbericht der Naturforsch. Gesellsch. Graubünden*, 1888, XXXI, p. 1-70.

5. La grande *dolomie* a la part la plus importante dans la composition des montagnes calcaires; elle atteint jusqu'à 1000m d'épaisseur et surmonte la cargneule en parois abruptes et déchirées.

LIAS. 1. Étage *rhétien*.

2. *Calcaires gris* et *rougeâtres* à débris de crinoïdes surmontant la dolomie et la série des roches mésozoïques, se terminant par :

3. *Marnes grises* ou *noires*.

On n'a pas trouvé jusqu'à présent de sédiments plus récents que le lias dans cette région des Alpes grisonnes.

Les schistes cristallins qui forment la base des sédiments calcaires et dolomitiques sont, soit du gneiss ou des roches cristallines d'autre nature, soit aussi, sur de grandes surfaces, des schistes micacés argileux, brillants comme des phyllades, qui renferment des couches de calcaires cristallins et des grès calcaires.

Toutes ces roches doivent rentrer dans le système archéen, mais les opinions varient encore beaucoup au sujet de l'âge des schistes lustrés ou phyllades, qu'on a rangés dans la série des schistes cristallins, dans le lias et même dans le flysch éocène; il convient donc, vu la diversité d'opinions, de ne les désigner pour le moment que du nom de *schistes grisons* (Bündnerschiefer).

L'auteur décrit la structure des points les plus intéressants. Les couches sédimentaires dolomitiques et calcaires forment souvent des intercalations dans les massifs gneissiques; elles y pénètrent sous forme de coins ou lambeaux écrasés, analogues aux remarquables phénomènes décrits par M. Baltzer dans le massif de la Jungfrau et du Gstellihorn.

La région de Tarasp offre, sur une immense épaisseur,

les micaschistes argileux (Thonglimmerschiefer), qui sont fortement contournés et renferment des bancs de grès et quelques intercalations de calcaires gris cristallins; les schistes verts ne s'y rencontrent que rarement. Les seuls restes organiques trouvés dans ces schistes sont des traces d'algues.

Les nombreuses sources minérales de Tarasp et de Schuls sont limitées au sud par la zone de schistes argileux. Une zone de schistes chloriteux, dioritiques et amphiboliques, de couleur verte, sépare cette zone des massifs calcaires qui s'élèvent au sud. Les schistes verts sont identiques à ceux qui forment le haut de la chaîne du Piz Cotschen-Chiampatsch-Mondin, et renferment des intercalations de serpentine, de granit vert (Juliergranit) et de diorite, avec gneiss séricitique.

Ces deux terrains déterminent le caractère orographique de la Basse-Engadine. Au nord dominent des formes régulières des terrains schisteux, tandis qu'au sud apparaissent les sommets déchirés et découpés des montagnes calcaires. Les terrains calcaires apparaissent au milieu des roches cristallines et y forment des replis semblables aux intercalations calcaires dans le gneiss des Alpes bernoises.

Les terrains de transport de l'époque glaciaire jouent un grand rôle dans la configuration actuelle de la Basse-Engadine; les dépôts et les polis glaciaires s'élèvent sur le flanc de la vallée jusqu'à 1600 mètres et plus haut.

Le profil donné par M. Gümbel du val d'Uina montre deux plis synclinaux de verrucano et de trias dans le gneiss : l'un est droit, l'autre couché.

La coupe le long du val Triazza, à partir de l'Inn jusqu'au Piz Lischanna, offre une succession des plus

remarquables de couches sédimentaires, qui forment un pli synclinal, couché au nord. Le gneiss (schistes verts) du fond de la vallée renferme deux intercalations de serpentine; il surmonte les assises suivantes :

1. Schistes phyllades noirs et gneiss séricitiques dont le contact avec les couches suivantes est caché par de l'erratique.
2. Brèche verdâtre (verrucano).
3. Grande épaisseur de cargneule avec gypse et efflorescences de sel.
4. Conchylien avec *Gyroporella pauciferata.*
5. Schistes argileux noirs avec écailles de *poissons* et *Bactryllium* (= Schistes de Perledo et de Wengen).
6. Dolomies et calcaires esquilleux à rognons de silex et *Gyroporella* (= calcaire du Wetterstein).
7. Cargneule.
8. Immense épaisseur de calcaire gris dolomitique formant les escarpements de Piz Triazza et se recourbant en synclinale pour reparaître au sommet du Piz Lischanna. Dans cette synclinale sont renfermés :
9. Marnes décomposées grises du rhétien.
10. Calcaire à *Crinoïdes* rouge, facies de Hierlatz (lias moyen).
11. Schistes argileux gris et rouges à *Belemnites.*
12. Schistes gris foncés à *Algues*, semblables au lias de l'Algäu.

La présence de ces deux derniers niveaux dans le voisinage presque immédiat des *schistes grisons* est d'une haute importance. Il écarte toute possibilité d'assimiler ces deux terrains, c'est-à-dire de considérer les schistes grisons comme des schistes liasiques transformés.

Nous passons plus rapidement sur les observations faites par l'auteur dans la vallée de Scarl, le long du col d'Ofen, entre le Münsterthal et la vallée de l'Inn, dans le val Chiamucra, où les mêmes terrains mésozoïques surmontent le gneiss et les schistes verts et offrent des contournements analogues. Au col d'Ofen, on trouve des marnes et des grès calcaires renferment

de nombreux fossiles de l'étage *Raiblien* (*Gervillia, Mytilus, Myophoria, Megalodon, Pentacrinus,* etc.); le calcaire liasique à crinoïdes (Hierlatz) se montre aussi sur divers points.

L'auteur ajoute encore quelques considérations sur les schistes grisons. Ces schistes, qui sont généralement de couleur grise, micacés et argileux, rendus quelquefois presque noirs par la présence de particules charbonneuses, forment une large zone, du Rhin antérieur à l'Inn, et se continuent dans le Tyrol. Ils renferment souvent des bancs de grès grossiers (Grauwacke) et sont remarquables par la facilité de leur désagrégation et par le nombre et la finesse de leurs plissements; ceux-ci n'influent cependant pas les veines de calcite et de quartz qui les traversent, preuve que ces derniers sont d'époque postérieure.

Les analyses chimiques ont mis en évidence la composition essentiellement argileuse de ces schistes et la présence de petites écailles et fibres charbonneuses qui ne sont pas graphitiques, ainsi que des aiguilles assez abondantes de rutile.

M. Gümbel pense que les schistes grisons se rangent très naturellement dans la série paléozoïque et représentent peut-être le système cambrien; il doute de l'authenticité des *Belemnites* et des fossiles semblables à des *Gryphées,* que Théobald a signalés dans cette formation.

Certains niveaux des schistes argileux se couvrent d'abondantes efflorescences salines de couleur blanche; par exemple, en amont de l'Hôtel des Bains de Tarasp, dans quelques gorges du val Clozza, à Chialzina, Spadha, Sinestra, etc. Ces efflorescences se composent de sulfate

de magnésie avec un peu de gypse, de carbonate de soude et de chlorure de sodium. Elles se montrent toujours sur la limite des schistes et de la zone des serpentines. Ailleurs, sur la route d'Ardez, on les voit aussi à la surface du gypse. Dans les deux cas leur composition est la même :

	Efflorescences du schiste argileux :	Du gypse :
Sulfate de magnésie	52,23	50,10
Eau....................	47,52	48,32
Carbonate de soude	traces.	0,60
Sulfate de soude.........	traces.	traces.
Chlorure de sodium	traces.	1,12
	99,350	100,14

Leur origine doit être recherchée dans les lentilles de gypse de la zone des serpentines ; le transport de ce sel par les eaux vers la surface explique à la fois la formation des efflorescences sur le schiste argileux qui n'est que peu magnésifère et l'origine des sources minérales de la Basse Engadine.

Les sources minérales de cette région sont accompagnées d'émissions d'acide carbonique, dissous dans l'eau, ou à l'état libre dans les moffettes; l'auteur estime à six mètres cubes par heure l'émission de ce gaz. Il n'est pas possible d'en indiquer la provenance.

L'origine des autres matières de ces eaux peut s'expliquer comme suit : Le sodium y est contenu à l'état de bicarbonate, de chlorure, de sulfate, et en petite quantité comme iodure. Il paraît aussi provenir du gypse. Les carbonates de chaux, magnésie, fer et manganèse, ont une autre origine; la chaux provient sans

doute par dissolution du calcaire au contact avec l'eau chargée d'acide carbonique; il en est de même de la magnésie par rapport aux calcaires dolomitiques.

La température des sources est à peine supérieure à la température annuelle moyenne.

Alpes orientales. — M. H. Finkenstein[1] a décrit la structure géologique d'une petite région des Alpes bavaroises, celle du Laubenstein, à propos de l'étude de la faune de Brachiopodes des couches du dogger. Le Laubenstein est un petit massif resserré entre la rive droite de l'Inn et le torrent Prien (Priener Ache), qui se jette dans le Chiemsee. Les terrains sédimentaires de cette région, plusieurs fois repliés en synclinales et en voûtes, sont entrecoupés de nombreuses failles transversales. L'auteur a relevé avec soin la série des assises, qui offre un terme de comparaison précieux. Nous résumerons plus loin ces terrains, embrassant le trias, très complet, le lias, le dogger et le crétacé jusqu'au cénomanien.

Versant sud des Alpes centrales. — M. H. Nicolis[2] a décrit l'aspect géologique des Préalpes septentrionales du versant sud des Alpes, autour du lac de Garda. Il en esquisse la stratigraphie et la structure, l'origine des vallées et le rôle des dislocations. Les éruptions basaltiques qui s'y rencontrent paraissent être prétertiaires et postérieures au crétacé. Après avoir consacré un chapitre au régime hydrographique et à la géographie phy-

[1] H. Finkenstein, Der Laubenstein bei Hohen-Aschau. Ein Beitrag zur Kenntniss der Brachiopodenfauna des unteren Alpinen-Doggers. *Neues Jahrb. für Mineralogie*, etc. VI *Beilagebd.* 1888, p. 36-104; 4 pl.

[2] Enrico Nicolis, Breve illustrazione degli spaccati geologici delle Prealpi settentrionali. *Verona*, 1888.

sique, il termine par l'énumération des fossiles de la région décrite (province de Vérone). Ils représentent tous les terrains du jurassique inférieur au miocène moyen, surmonté du quaternaire.

JURA ET PLATEAU. — M. L.-ABEL GIRARDOT[1] a publié un premier fascicule d'un mémoire qui comprendra toutes ses recherches sur les environs de Châtelneuf, région située au sud de Champagnole. Nous avons mentionné plusieurs fois déjà les recherches de ce géologue (Revue pour 1886 et 1887); elles sont résumées dans ce travail et complétées par de nouvelles observations. Cet ouvrage formera, lorsqu'il sera terminé, une source précieuse de documents pour l'étude de cette partie du Jura. Le premier fascicule renferme, sous forme d'introduction, des généralités sur l'orographie de la structure géologique du plateau de Châtelneuf, l'historique des travaux géologiques sur cette région et une liste bibliographique complète.

Les *Archives* ont déjà rendu compte des résultats scientifiques de l'excursion de la SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE SUISSE[2] dans le Jura bernois et soleurois, à la suite de la session de la Société helvétique des sciences naturelles à Soleure (8-12 août 1888).

Les gisements de calcaire d'eau douce, près de Moûtiers, ont été examinés avec soin à cette occasion. On sait qu'ils avaient été découverts par M. Choffat et que M. Maillard en avait décrit les fossiles comme purbec-

[1] Abel Girardot, Recherches géologiques dans les environs de Châtelneuf. *Public. de la Soc. d'émulation du Jura.* Lons-le-Saunier, 1888, fascic. I, 168 p., 8°.

[2] *Archives des Sc. phys. et nat.*, 1888, XX, p. 495-502. *Acta Soc. helv. Sc. nat.* Soleure, 1888.

kiens. Plus tard, M. Gilliéron les a rattachés à l'éocène (Revue pour 1887, p. 338).

Quoique le gisement du champ Vuillerat fasse paraître cette dernière manière de voir comme très naturelle, on pourrait encore expliquer cette coupe par un glissement du terrain sidérolithique entre le malm et le calcaire d'eau douce, ou bien par une injection de ce terrain, car les deux terrains calcaires ne sont pas concordants. Au gisement de la Charrue, le calcaire d'eau douce est très nettement superposé au kimmeridgien.

Un autre sujet d'étude a été les interstratifications apparentes de marne d'Hauterive, accompagnée quelquefois de limonite valangienne, dans l'intérieur de fissures ou le long des délits des bancs du massif valangien inférieur, près de Bienne. Ces accidents sont visibles le long de la voie ferrée entre Bienne et Douanne, et dans plusieurs carrières ouvertes sur ce parcours.

MM. Rollier et Renevier ont cru pouvoir expliquer ces intrusions par des érosions sous-marines du valangien avant le dépôt de l'hauterivien, et par le remplissage des cavernes ainsi formées par la limonite et la marne d'Hauterive; la majorité des géologues présents s'est ralliée plutôt à l'idée de voir dans ces accidents une conséquence de l'état de dislocation de la montagne. Le fort redressement du valangien permet aisément de supposer la présence de fissures béantes, et les vides résultant des bancs séparés les uns des autres ont pu recevoir des lambeaux de marne d'Hauterive.

Les recherches de ces quatre jours d'excursion ont encore porté sur les points suivants :

1. La fixation du vrai niveau de l'étage rauracien; cet étage n'est qu'un facies de l'argovien supérieur, correspondant aux

couches du Geissberg et quelquefois même aux couches d'Effingen (cluse de Moûtiers).

2. La structure remarquable des cluses de Moûtiers avec ses replis successifs, renfermant encore dans les synclinaux des lambeaux de tertiaire (sidérolithique et mollasse) (profils par M. E. Greppin).

3. La structure et la succession des terrains au Montoz, dont la stratigraphie est des plus remarquables (profils par M. Rollier).

4. La nature des couches tertiaires du vallon de Tavannes (près Court); mollasse marine typique et poudingue à galets cristallins; sables à Dinotherium de Vélé, près Court.

5. L'examen de la chaîne du Weissenstein avec sa belle voûte, penchée d'abord au S.-E. et ensuite au N.-O., et dont la rupture anticlinale laisse voir les couches régulières oolithiques (profil par M. le prof. Lang).

M. H. Frey[1] a décrit la structure du Hauenstein et démontre que, dans cette zone, toutes les chaînes du Jura, dont Gressly avait distingué cinq, se trouvent concentrées en trois lignes orographiques. L'examen détaillé permet néanmoins de distinguer les cinq plis, qui, resserrés en un nœud, en sont d'autant plus accentués et sont tous déjetés au nord.

Forêt noire. — M. de Lapparent[2] a publié une réplique à la note de M. Steinmann, sur l'origine des Vosges et de la Forêt-Noire (voir Revue pour 1887, p. 24). Sans contester l'observation sur laquelle se base M. Steinmann pour attester la nature de « Horste » du double massif de la Forêt-Noire et des Vosges, M. de Lapparent soutient que les plus récents des fossiles découverts sur le flanc de Feldberg, à 1020 mètres d'altitude, étant d'âge bathonien, il est plausible d'admettre qu'à l'époque du malm ce massif était déjà émergé.

[1] *Archives des sc. phys. et nat.*, 1888, t. XX, p. 338 et *Acta Soc. helv.* Soleure, 1888.

[2] De Lapparent, Note sur le mode de formation des Vosges. *Bull. Soc. géol. France*, 1887, t. XV, p. 181-184.

Le lambeau de poudingue à galets cristallins et sédimentaires, signalé par M. Steinmann[1] dans le Höllenthal, près Alpersbach, dans l'intérieur du massif de la Forêt-Noire, a été soumis par ce géologue à un examen plus détaillé, et il est arrivé à des résultats fort intéressants sur l'origine de ses dépôts et ses relations avec les poudingues tertiaires du voisinage (voir Revue pour 1887, p. 24).

C'est l'ouverture d'une galerie, longue de 38 mètres, qui a mis à découvert cette roche intéressante, qui repose, sous forme de lambeau isolé, sur les roches cristallines (gneiss micacé) et qui n'atteint qu'un volume total de 40,000 mètres cubes. L'amas est sans stratification apparente, composé de galets peu arrondis, à usure peu prononcée, réunis par une masse argileuse tenace, mêlée de débris plus menus. Les matériaux cristallins prédominent sur les débris d'origine sédimentaire, dans la proportion de 2 : 3 ou de 3 : 2. Les débris de roches mésozoïques sont d'âge triasique, liasique, et du dogger.

Il est donc clair que cette roche est de formation post-jurassique et en tout cas plus récente que le jurassique inférieur, puisqu'on n'y a pas reconnu de débris plus récents que la grande oolithe. Ces débris atteignent de $0^m,10$-$0^m,50$ de diamètre, et appartiennent à toutes les roches, depuis le grès bigarré moyen jusqu'à ce terrain. Les roches cristallines sont en majorité des gneiss micacés avec des porphyres quartzeux, deux roches qui se trouvent dans les environs immédiats du gisement, et dont l'origine se devine facilement. Mais ce

[1] G. Steinmann, Die Nagelfluh von Alpersbach im Schwarzwalde. Ein Beitrag zur Geschichte der Alemanischen Gebirgstafel. *Berichte der Naturf. Gesellsch. zu Freiburg in Br.*, t. IV, p. 1-32

qui est certain, c'est le fait que, à l'ouest comme à l'est, les points les plus rapprochés où se trouvent encore des dépôts mésozoïques en place, sont à une distance moyenne de 18 kilom., et sont à peine plus élevés, et même généralement plus bas que le gisement du poudingue d'Alpersbach.

Les graviers glaciaires et diluviens de la Forêt-Noire manquant complètement de matériaux jurassiques, il paraît fort probable que cette formation est contemporaine des poudingues tertiaires (miocène moyen) qui entourent la Forêt-Noire à l'ouest, au sud et à l'est. Le poudingue d'Alpersbach lui-même est dépourvu de tout fossile; son âge ne peut donc être déterminé que par la comparaison avec les dépôts miocènes du voisinage.

Suivant cet auteur le double massif de la Forêt-Noire et des Vosges était autrefois entièrement couvert de dépôts mésozoïques du trias jusqu'au malm, et que les dénudations l'ont peu à peu fait disparaître. Le poudingue d'Alpersbach est d'origine analogue et sensiblement du même âge que le poudingue jurassien (Juranagelfluh).

L'auteur termine son étude par un áperçu sommaire sur la tectonique du massif des Vosges et de la Forêt-Noire, et en explique très clairement le mode de formation.

M. Steinmann a réuni dans un tableau, dont nous donnons ci-après un résumé, la composition des poudingues miocènes entre la Forêt-Noire et le Jura, et parallélisé les dépôts miocènes de cette région:

	RANDEN Sud	RANDEN Nord	KLETTGAU	ARGOVIE Nord	JURA BERNOIS	
Miocène supérieur.	*Poudingue jurassien* (60^{m}) à galets de *malm* en prédominance? Galets de la Forêt-Noire. *Marnes d'eau douce* à *Helix sylvana* et *Tudora Larteti.*	*Poudingue jurassien* avec galets d'*oolite* et de *calc. à coraux.* *Couches saumâtres.* Grès calc. à *Melania Escheri, Dreissena clavæformis, Cardium sociale.*	*Poudingue jurassien* (16^{m}) avec marnes et peu de galets (180^{m}). *Trias, oolithe* et *calc. à coraux* du jurassique. *Sables à Melania* (12-22^{m}). Galets de *roches cristallines, du trias, du jurassique, oolithe et calc. à coraux.*	*Marnes à Helix.* *Poudingue* à galets du *Jura argovien*? Galets des Alpes. *Mollasse d'eau douce supérieure* à calcaires et charbon.	*Mol. d'eau douce sup.* *Poudingue d'eau douce* (20^{m}) à galets de roches *sédimentaires* et *cristallines des Vosges.*	Galets sans perforations.
Miocène inférieur.	*Poudingue à Ostrea* et calc. grossier. 10^{m}. *Melanopsis citharella, Nerita plutonis, Turitella. Galets jurassiens et oolitiques.*	*Sables à Ostrea* et *galets alpins.* Galets *cristallins* de la *Forêt-Noire* assez rares.	*Poudingue à Ostrea* et *calc. à Turritelles.* Galets plus volumineux au N. qu'au S. Galets *cristallins* de la *F.-N.* et? des *Alpes.* Galets du *trias* et du *jurassique, oolithes* et *c. à coraux*? calc. alpins. *Mollasse d'eau douce inférieure* sans galets.	*Helvétien II* ou grès coquillier. *Helvétien I* comme au Randen nord, mais *sans galets.* *Mollasse d'eau douce infér.*	*Helvétien* avec galets de *roches cristallines* des *Vosges*? ou des *Alpes.* *Delémontien* d'eau douce.	Galets avec perforations.
	Malm.	Sidérolithique.	Sidérolithique.	Sidérolithique.	Oligocène.	

M. A. Schmidt[1] a publié la seconde partie d'un travail sur la géologie du Münsterthal, dans la Forêt-Noire, en s'attachant spécialement à l'étude des *porphyres*. Ce sont des porphyres felsitiques appartenant à trois types principaux : 1° *Porphyre grenu*. 2° *Porphyre à cristaux* (Krystallporphyr) à structure microgranitique, à gros cristaux d'orthose et de quartz. 3° *Feldstein Porphyr* également à structure microgranitique, sans inclusions très grandes. L'étude des gisements de ces porphyres permet de fixer l'âge de ces roches qui paraissent appartenir à une époque intermédiaire entre le culm et le vieux grès rouge.

Roches et minéraux.

La Société d'exploitation[2] des mines et salines de Bex a fait paraître une notice sur cette entreprise. Cette publication ne mentionne peu de faits purement géologiques; elle traite plutôt les côtés industriels et techniques de l'exploitation. Elle renferme cependant une carte au $^1/_{10000}$ indiquant l'étendue du réseau de galeries commencé, il y a deux siècles, sous le régime bernois et qui atteint actuellement une longueur totale de plus de 40 kilomètres, dont la plus grande partie est abandonnée ou même effondrée. Un profil à la même échelle donne la distribution verticale des travaux.

L'exploration des mines de Bex a permis à M. Schardt[3]

[1] A. Schmidt, Geologie des Münsterthals im badischen Schwarzwald. II. Die Porphyre, 8°, 172 p., 1887.

[2] Notice sur les salines de Bex et leur exploitation par la Compagnie des mines et salines de Bex durant les vingt premières années de sa concession. Bex, imprimerie F. Droz, 1888.

[3] *Archives des sc. phys. et nat.*, 1888, XX, p. 333.

d'étudier avec détails les gisements salifères et la nature même de la roche exploitée. A l'inverse de ce qui a lieu d'habitude dans les dépôts de cette nature, le sel gemme de Bex n'est pas disposé en lits alternants avec des marnes et des argillites. La roche salifère est une brèche des mieux caractérisées, composée de débris de gypse anhydre, de calcaires, de schistes, de marnes argileuses verdâtres et argillites, contenant de rares rognons siliceux, le tout relié par un magma formé de gypse ou par du sel gemme pur. Cette brèche forme des amas lenticulaires assez irréguliers et disposés verticalement, d'une largeur de 30 mètres au plus, d'une hauteur et d'une longueur considérables. Sur le bord de ces poches, l'anhydrite s'enchevêtre avec la brèche, et, même dans le milieu, on constate par places une vague stratification très contournée, et surtout des preuves d'un mouvement lent des matériaux. On peut donc supposer que primitivement le sel de Bex formait des lits alternant avec de minces feuillets de marnes, d'argile, de calcaires dolomitiques, etc., que la dislocation de la montagne a complètement bouleversés et broyés, en effaçant presque complètement toute trace de la stratification primitive. Certains galets arrondis, très durs, qui abondent dans cette roche, sont nommés *boules* par les mineurs et portent, à leur surface visiblement usée, des stries absolument semblables aux stries des galets erratiques; c'est le déplacement lent de ces galets dans l'intérieur de la brèche gypseuse qui est la cause de leur usure et des stries.

Le grès moucheté verdâtre, nommé grès de Taveyannaz, d'après une alpe du massif des Diablerets, se retrouve dans toute la longueur de la chaîne des Alpes, de St-Bonnet, près Grenoble, jusqu'au Sentis. Studer a déjà insisté

sur la ressemblance de cette roche avec un tuf dioritique. M. C. SCHMIDT[1] vient de publier les résultats d'analyses microscopiques de plusieurs échantillons de cette roche; elles confirment entièrement les suppositions de Studer sur l'origine éruptive des matériaux constitutifs de cette roche.

Ce grès se rencontre dans divers horizons de la formation éocène, soit en massifs puissants, soit en dépôts subordonnés et passe quelquefois aux grès du flysch. La stratification y est très nette et concordante avec celle des terrains encaissants. L'examen des grès de Taveyannaz du massif des Windgällen avait fait envisager cette roche comme étant de nature franchement clastique. M Schmidt a examiné un nombre plus grand d'échantillons appartenant à diverses variétés provenant de l'alpe de Solalex aux Diablerets. La roche est de couleur vert jaunâtre; on y reconnaît de suite du feldspath et quelques grains isolés de quartz. Le microscope fait découvrir des baguettes de feldspath irrégulièrement orientées et qui paraissent être du plagioclase (oligoclase). L'orthose paraît rare. La présence de l'augite est surtout caractéristique. L'amphibole et le mica sont rares; le quartz est un peu plus fréquent, en grains irréguliers, avec inclusions liquides. Les interstices entre ces éléments sont comblés par des matières chloritiques, des carbonates et des mineraux opaques.

Sa structure et sa composition classent cette roche dans les *diabases quartzifères ;* le groupement des baguettes du feldspath ne permet pas d'y voir une roche clastique.

[1] C. Schmidt, Ueber den sogenannten Taveyannaz-Sandstein. *Neues Jahrbuch für Mineralogie,* etc., 1888, II, p. 80-84.

Les variétés de teinte gris verdâtre, plus claires et mouchetées sont plus décomposées que les autres et renferment souvent du mica muscovite. Le feldspath y est plus décomposé, le quartz et l'orthose y sont plus fréquents.

Un autre échantillon de la région du lac de Thoune a franchement la structure d'un grès composé de gros grains de quartz, de calcite, avec lamelles de mica muscovite. Le feldspath est très décomposé; le calcite et la chlorite forment le ciment. Un fragment de calcite est indubitablement d'origine organique (*calcaire à Lithothamnies*).

On ne peut pas mettre en doute la relation du grès de Taveyannaz avec les diabases éocènes. A côté des vraies diabases, il y a aussi d'autres roches composées de fragments de diabases compactes. Ces roches diabasiques ont de l'analogie avec les ophites des Pyrénées qui ont une structure franchement éruptive; ce caractère fait entièrement défaut au grès de Taveyannaz; mais si les Pyrénées avaient subi les mêmes bouleversements que les Alpes, les ophites de cette chaîne seraient probablement tellement modifiées dans leur disposition qu'on aurait de la peine à y reconnaître une roche éruptive.

Une découverte importante vient d'être signalée par M. le Dr E. DE FELLENBERG[1]; c'est celle de la jadéite au Piz Longhin (vallée de Bregaglia, Grisons). Aucun des ouvrages sur la géologie de la Suisse et des Grisons en particulier, ne mentionne la présence de ce minéral dans les Alpes.

Les premiers fragments furent trouvés en 1886 dans

[1] E. de Fellenberg, Ueber Jadeit vom Piz Longhin, Bergell. *Neues Jahrb. f. Mineralogie*, etc., 1889, t. I.

le lit du ruisseau d'Ortlegna et paraissent avoir été charriés par les eaux et les avalanches; un ravin nommé la Canaletta, qui débouche dans ce torrent au pied du Piz Longhin, en a aussi fourni quelques blocs, mais seulement dans la branche médiane. L'affleurement d'où la précieuse roche a été détachée, n'a pas pu être atteint. Il paraît cependant assez certain qu'il se trouve au pied de l'arête du Piz Longhin. Cette arête est entièrement formée de serpentine qui se superpose à un massif de calcaire noir grenu, reposant sur un lit de calcaire dolomitique. C'est au contact de la serpentine et du calcaire que se trouve probablement la jadéite. Elle se rencontre en rognons ou lentilles dans l'intérieur d'une roche felsitique gris jaunâtre extrêmement dure, et qui contient souvent des parties de couleur jaune-soufre, formées d'un minéral décomposé à la surface et qui ressemble à la picrolithe. Les lentilles de jadéite renferment dans leur intérieur de la jadéite noble de couleur gris blanc et rubané de vert. Elle est compacte, la cassure finement grenue et esquilleuse, dans les variétés pures le bord est diaphane. Un petit bloc, dans le lit de l'Ortlegna, est composé par moitié d'un calcaire gris qui passe à une masse très dure blanche ou jaunâtre, parsemée de taches d'un beau vert émeraude, et très semblable au jade impérial de Mongoung (Birmanie).

L'examen du contact de la serpentine et du calcaire gris a permis de trouver des indices irrécusables que c'est bien là le gisement de cette roche. Il reste cependant encore à déterminer par l'analyse chimique si le minéral en question est bien de la jadéite; car on s'attendrait plutôt à trouver de la néphrite au contact de roches calcaires et magnésiennes. D'autre part, il ne paraît pas

probable que ce gisement soit celui qui a fourni les objets en jadéite trouvés dans les stations préhistoriques, vu qu'il n'a été dénudé que très récemment.

Dans une notice minéralogique sur le champ d'excursion du club alpin suisse, MM. Raph. RITZ[1] et Théod. WALPEN donnent une liste des minéraux de la vallée de Goms (Haut-Valais) que M. DE FELLENBERG a complétée de quelques additions. Aucune région du Valais n'est aussi riche en variétés de minéraux rares ou recherchés. La liste très complète de M. Ritz en fait foi. Elle est dressée dans l'ordre des localités et des gisements, sur lesquels l'auteur donne diverses indications topographiques et orographiques, avant d'énumérer les espèces minérales qui s'y rencontrent.

M. C. SCHMIDT[2] a constaté dans les fissures du grès de Taveyannaz de Merligen, au bord du lac de Thoune, de la célestine en fines aiguilles rayonnantes et d'un éclat soyeux. M. L.-R. de Fellenberg avait déjà signalé de la laumontite de cette localité. M. Schmidt a constaté l'association de ces deux minéraux.

M. C. SCHMIDT[3] a signalé la présence de l'ægirine dans la phonolithe du Kaiserstuhl. La phonolithe renferme des inclusions qui sont, soit des débris de roches entraînées, soit des concrétions formées par le magma même de la roche. Les plus abondantes sont la wollastonite, la natrolithe et la calcite. Dans certains échantillons, pro-

[1] Mineralvorkommnisse des Excursionsgebietes. *Jahrb. S. A. C.*, 1889, XXIII, p. 355-386, 8°.

[2] *Archives des sc. phys. et nat.*, 1888, XX, 380. *Acta Soc. helv.* Soleure, 1888.

[3] Dr C. Schmidt, Ægirin aus dem Phonolith von Oberschaffhausen im Kaiserstuhl. *Bericht über die XXI. Versamml. des oberrhein. geol. Ver.* 1888.

venant d'une carrière près d'Oberschaffhausen, on trouve des cavités remplies de natrolithe, accompagnée de calcite, dans laquelle se trouvent disséminées des fibres de wollastonite décomposée et des cristaux prismatiques d'ægirine. Ces derniers ont 15 millimètres de longueur et 3 à 4 millim. de largeur. La calcite et la natrolithe d'une part, l'ægirine et la wollastonite de l'autre, sont des formations d'origine distincte. Cette roche était un remplissage de wollastonite parsemée d'aiguilles d'ægirine. La décomposition de la wollastonite des parties sodiques de la phonolithe a donné naissance à la calcite et à la natrolithe.

M. Leuze[1] a signalé dans les phyllades séricitiques de Scaleglia, près Dissentis, confluent du Rhin moyen et du Rhin antérieur, la présence de magnésite et de dolomie, en compagnie de fer magnétique, de pyrite, de calcite, de cristal de roche et de sidérose. La magnésite est en rhomboèdres hyalins renfermés dans un talc vert-pomme. La dolomie forme de grands rognons, souvent creux à l'intérieur et tapissés de cristaux rhomboédriques.

Le même auteur a reconnu aussi de beaux cristaux rhomboëdriques de sidérose atteignant jusqu'à 2 centimètres et trouvés isolés dans du micaschiste de Cavradi près Tschamut, à la source du Rhin.

Les gisements de minéraux de la vallée d'Ala, dans le Piémont, ont été étudiés par M. Strüver[2] à Rome. L'isokrase se trouve dans cette vallée dans trois gise-

[1] Leuze, Magnesit und Dolomit von Dissentis. *Ber. ueb. die Versamml. des oberrhein. naturf. Vereins*, 1887.

[2] Joh. Strüver, Weitere Beobachtungen über die Minerallagerstätten des Alathales in Piemont. *Neues Jahrb. für Mineralogie,* etc., 1888, II, p. 35-57, 8°.

ments distincts, sur la rive gauche de la Stura di Lanzo; deux d'entre eux sont dans la serpentine.

A l'occasion d'analyses comparatives de phosphates naturels de Bana, M. E. CHUARD [1] s'est aussi occupé des nodules de fossiles phosphatés du gault de St-Croix dont la teneur en acide phosphorique est de 16-19 %.

Des blocs de magnétite ont été trouvés dans le terrain erratique de Mont-la-Ville. M. GOLLIEZ [2] place leur gisement primitif au Mont-Chemin sur Martigny.

Géologie dynamique, sources, etc.

DÉNIVELLATIONS ET DISLOCATIONS. — M. BERTRAND [3] a ajouté une rectification à sa note publiée précédemment sur le pli du Beausset et les îlots triasiques situés au-dessous du crétacé supérieur (Revue p. 1887, p. 320). Il a constaté l'existence d'un nouvel îlot de trias et d'un lambeau urgonien, intercalé entre le muschelkalk et les calcaires à Hippurites qui recouvrent les couches de Fuveau.

L'auteur démontre, au moyen de profils, les preuves qu'on peut tirer de ces observations pour la théorie des lambeaux de recouvrement. Il ajoute encore des observations stratigraphiques sur les changements de facies dans le crétacé supérieur.

L'îlot triasique de Beausset n'est pas un exemple uni-

[1] *Compte rendu Soc. vaud. Sc. nat.*, 21 nov. 1888. *Arch. des Sc. phys. et nat.*, 1889, t. XXI, p. 164.

[2] *Archives des sc. phys. et nat.*, 1889, t. XXI, p. 168.

[3] M. Bertrand, Notes et additions sur le pli de Beausset. *Bull. Soc. géol. France,* 1888, t. XVI, p. 79-84.

que de ces lambeaux de recouvrements; M. Bertrand[1] a démontré que le phénomène des replis couchés est fréquent en Provence et que des lambeaux isolés de terrains anciens reposant sur des sédiments bien plus récents en attestent encore l'ancienne étendue. L'auteur attribue ces lambeaux à des plis totalement renversés au-dessus d'une synclinale et dont les couches auraient glissé les unes sur les autres pendant l'action de la poussée horizontale, en sorte que le jambage supérieur paraît reposer normalement sur les terrains remplissant la synclinale. Les tassements et surtout l'érosion postérieure en ont beaucoup modifié la structure, en découpant la nappe de recouvrement en lambeaux isolés.

Aux environs de Saint Zacharie[2] (Var), les lambeaux de lias, de bathonien et d'oxfordien, reposant en série normale sur le crétacé supérieur, ne peuvent être attribués qu'au phénomène indiqué; et, de plus, le versant opposé de la Lare offre un pli tout à fait semblable dans le massif de la Sainte-Beaume[3], en sorte que la disposition de ces deux grands lacets est absolument identique à celle du double pli glaronnais. Cependant, l'existence de deux plis indépendants, couchés en sens inverse, n'est qu'une apparence; il ressort des observations que les anticlinaux de Saint-Zacharie et de la Sainte-Beaume ne sont qu'un seul et même pli dont l'arête directrice forme un demi-cercle.

[1] M. Bertrand, Les plis couchés et les renversements de la Provence. *Comptes rendus Acad. d. Sciences de Paris,* 14-22 mai 1888.

[2] M. Bertrand, Allure générale des couches de la Provence; analogie avec celles des Alpes. *Comptes rendus Acad. d. Sciences de Paris,* 4 juin 1888.

[3] M. Bertrand, Nouvelles études sur la chaîne de la Sainte-Beaume. Allure sinueuse des plis de la Provence. *Bulletin Soc. géol. France,* 1888, XVI, 748-778, 2 pl.

Cette disposition répète en petit la ceinture semi-circulaire que forment les Alpes autour de la plaine du Pô.

Un cas encore plus remarquable est le massif d'Allauch[1]. Déjà au Faron, près Toulon, on voit du trias (cargneules et marnes rouges) qui paraît intercalé dans le crétacé. Il est étrange et presque inexplicable que cette zone du trias, qui forme visiblement un pli anticlinal, fasse le tour complet du massif d'Allauch, en restant toujours déjeté dans le même sens, c'est-à-dire vers l'intérieur de l'aréa circonscrite par l'affleurement ; elle offre, de plus, de nombreuses sinuosités, et des failles l'entrecoupent, sans compter qu'elle varie beaucoup de largeur. En admettant que les contours de l'affleurement ne soient pas toujours donnés par la ligne anticlinale elle-même, mais par l'intersection de la surface du terrain avec la surface du sol, on comprendra aisément la disposition de cette zone qui n'est en réalité que l'affleurement d'une même surface de terrain, lambeau de recouvrement, qui a été replié et faillé *après* sa formation. Cette dernière circonstance n'a encore été constatée nulle part avec autant de netteté.

A ces exemples, M. Bertrand[2] vient d'en ajouter d'autres observés dans les environs de Draguignan et qui rehaussent encore la grande ressemblance des contournements provençaux avec ceux des Alpes glaronnaises. On y voit aussi des couches anciennes reposant presque horizontalement sur des couches plus récentes fortement re-

[1] Bertrand, Un nouveau problème de la géologie provençale. Pénétration des marnes irrisées dans le crétacé. *Comptes rendus Acad. des Sc. de Paris,* 26 oct. 1888.

[2] Marcel Bertrand, Les plis couchés de la région de Draguignan (Provence). *Comptes rendus Acad. d. Sc. de Paris,* 29 oct. 1888.

pliées. La facilité de l'exploration de cette région lui donne une supériorité incontestable sur les localités des hautes Alpes glaronnaises; la netteté du phénomène permet de reconnaître que ces vastes recouvrements ne sont pas uniquement le résultat d'une puissante poussée horizontale, ayant fait glisser un lambeau ancien par-dessus les terrains plus récents, mais qu'il y a là véritablement un pli qui s'est couché en subissant une sorte de déroulement graduel.

Des lambeaux de recouvrement isolés par l'érosion et considérablement réduits constituent quelquefois des blocs erratiques d'un genre particulier ; tels sont des blocs de roches jurassiques et triasiques épars sur le crétacé ou sur le tertiaire.

M. H. Schardt[1] a fait une communication préliminaire sur les klippes qui caractérisent la région des Préalpes romandes, entre l'Aar et l'Arve, sur les deux rives du Rhône et du lac Léman. Il ressort de cette étude que les klippes sont ordinairement des pointes ou écueils de terrains secondaires, perçant au milieu du flysch et autres dépôts éocènes et que, tout en conservant les mêmes allures dans leur apparition, elles ont souvent une structure bien différente. Les klippes sont dans un double rapport avec les terrains éocènes. Elles étaient originellement des voûtes qui se sont disloquées après le dépôt des masses éocènes en devenant des plis écrasés, des crêts chevauchés, des lambeaux de recouvrement, etc. Beaucoup de ces affleurements ont été considérablement dénudés pendant le dépôt des terrains éocènes, puisque, dans le même bassin, il y en a qui appartiennent au lias, au malm et au

[1] *Archives des sciences phys. et nat.*, 1888, t. XX, p. 330.

crétacé. Leurs débris se trouvent maintenant dans les sédiments détritiques qui les entourent; la forte proportion de roches cristallines contenue dans ces derniers reste toujours inexpliquée.

La découverte de plusieurs klippes non érodées avec un revêtement encore complet de terrain crétacé supérieur, au milieu du bassin de la brèche du Chablais et à l'endroit même où ce terrain atteint plus de 1000 mètres d'épaisseur, assigne à ce dernier incontestablement un âge postcrétacé, c'est-à-dire *éocène*. Le bassin de la brèche du Chablais au S.-O. du Rhône et celui de la brèche du Niesen au N.-E., ont une structure absolument analogue. Leur formation appartient à la même époque et ils ont été le théâtre des mêmes phénomènes et des mêmes bouleversements.

L'ouvrage de MM. Emm. de Margerie et Alb. Heim[1] sur les dislocations de l'écorce terrestre est destiné à servir très utilement aux géologues de tous pays. Sentant la nécessité de fixer par des exemples bien choisis la signification des termes appliqués aux diverses formes orographiques, résultant des dislocations du sol, les auteurs ont réuni d'une manière systématique les divers termes puisés aux sources les plus autorisées, en y joignant des figures et des définitions précises, en français et en allemand; ils ont aussi tenu compte, autant que possible, de la nomenclature anglaise. Les diverses désignations sont expliquées et discutées de manière à détruire toute équivoque dans cette partie de la terminologie géologique. Les auteurs de cet index ont ainsi rendu un service réel à la science.

[1] E. de Margerie et Dr Alb. Heim, La dislocation de l'écorce terrestre. Essai de définition et de nomenclature. Zurich, J. Wurster et Comp., 1888.

Érosion. Nous ne pouvons omettre de mentionner le remarquable ouvrage de MM. G. de la Noe et Emm. de Margerie[1] sur les formes du terrain. Cet ouvrage, quoique rédigé à un point de vue très différent du précédent, forme le complément de cet essai de définition et de nomenclature des dislocations, et décrivant de la manière la plus complète les formes extérieures du terrain, et les phénomènes qui entrent en jeu dans le modelage superficiel du sol. Dans cette étude, les auteurs mettent d'abord en évidence l'importance prédominante des eaux sur la formation des contours extérieurs du sol et montrent comment la nature et l'état de dislocation des terrains modifient l'action des eaux, en donnant lieu à des profils de pentes différents. Le mécanisme du creusement des vallées est expliqué par des exemples nombreux et des expériences qui en démontrent les lois. Passant à un point de vue plus général, ils déterminent les influences directrices sur le sens de l'écoulement des eaux, en posant le principe que le tracé général d'un cours d'eau est déterminé par la forme du sol au moment de l'émersion. La dernière partie traite de l'action des glaciers, de la mer, du vent et des volcans. Cet important ouvrage, destiné au service géographique de l'armée, a non seulement un grand attrait au point de vue purement géologique, mais les nombreuses figures et vues que renferme l'atlas, rendront aussi de réels services.

Anciens cours d'eau. M. A. Gremaud[2], a écrit

[1] G. de la Noë et Emm. de Margerie, Les formes du terrain. Paris, Imprim. nation., 1888, 205 p., 4°, et atlas de 49 planches.

[2] A. Gremaud, Quelques données sur les vallées primitives et les vallées d'érosion dans le canton de Fribourg. *Bull. Soc. Frib. Sc. nat.* C. R. 1883-1887, p. 25-30, 1 pl.

une note sur les vallées du canton de Fribourg dans le but de définir leur origine et le parcours successif des cours d'eau qui les ont creusées. A plusieurs reprises, on a signalé des changements de direction de cours d'eau à des époques reculées; les eaux ont parfois abandonné leur lit primitif, pour se creuser un nouveau lit, en suivant parfois un versant opposé à la direction première. Ainsi la Trême, au lieu de se jeter, comme c'est le cas maintenant, dans la Sarine près de Broc, où elle n'offre pas de cône de déjection bien appréciable, a dû suivre autrefois un cours dirigé bien plus au nord pour arriver à la Sarine près Écharlens, où de grands dépôts témoignent de l'ancien parcours du torrent. La Singine et la Gérine paraissent avoir aussi changé de direction. La Singine chaude, en empruntant une partie du cours actuel de la Gérine et du Gotteron, paraît avoir rejoint la Sarine près de Duin ou près de Fribourg. Les deux Veveyses se jetaient peut-être autrefois dans la Broye au lieu de se déverser dans le Léman, etc.

Lacs. M. le prof. F. Sacco[1] a publié une note sur les origines des grands lacs alpins. Elles sont dues à des causes multiples que l'on peut rechercher, soit dans la dislocation de cette région, soit dans la formation de barrages ou dans l'effet de l'érosion. C'est surtout aux lacs du versant italien des Alpes que s'appliquent les recherches de M. Sacco. Il trace l'histoire de leur formation qui se lie intimement à celle de la grande vallée du Pô. L'étude des dépôts tertiaires récents de celle-ci paraît fournir la clef du problème et a conduit l'auteur à

[1] F. Sacco, On the Origin of the great alpine Lakes. *Proceedings of Royal Society of Edinburgh*, 1887, p. 271-283, 8e.

la classification suivante des phénomènes durant cette période :

	ÉPOQUES	PHÉNOMÈNES	DÉPOTS FORMÉS
Quaternaire.	*Terracien* ou étage des terrasses.	Retrait des glaciers. Transformation des grands bassins en lacs. Puissante érosion fluviale et formation de terrasses.	Alluvion. Tourbe.
	Saharien. 2[me] époque glaciaire.	Grand développement des glaciers remplissant les grands bassins de glace. Grands courants.	Amphithéâtres morainiques. Charriage. Diluvien.
Exhaussement général des Alpes et de l'Apennin et achèvement du relief actuel des Alpes. Formation et élargissement de nombreuses vallées et de tous les bassins par des failles, plis, élévations et affaissements.			
Tertiaire.	*Astien.* 1[re] époque glaciaire.	Commencement de l'élévation générale des Alpes et de l'Apennin. Commencement du développement des glaciers alpins.	Dépôts continentaux fluvio-lacustres et fluvio-glaciaires. Sables marins jaunes et gris.
	Plaisancien.	Affaissement général des Alpes et de l'Apennin.	Dépôts continentaux fluviaux. Marnes marines bleues.
	Messinien.	Grande élévation générale des Alpes et de l'Apennin. Ébauche du relief actuel des Alpes.	Dépôts continentaux et fluviaux. Dépôts de marais.

Quant à la distribution et à la forme des lacs alpins, l'auteur résume ses vues comme suit :

1. Les couches offrent sur le bord sud-est du lac de Garda des plis très distincts, dont les axes courent généralement de l'ouest à l'est, parallèlement à la direction de la plaine du Pô ; plus à l'est celle-ci se dirige davantage vers le sud-est. Il est remarquable que les Alpes de Vénétie ne renferment que peu de lacs ;

il faut en rechercher la cause dans le fait que les failles et les ruptures sont plutôt parallèles que transversales à la direction des plis.

2. Au delà du bord sud-ouest de ce lac, les plis des couches vont d'ordinaire du S.-O. au N.-E. et sont visiblement perpendiculaires à la direction de la vallée du Pô. Les failles et les plis ont dû être très nombreux et considérables. Il est facile de comprendre que la grande élévation des Alpes pendant la période post-pliocène ait déterminé ces grands bassins dont la direction générale est perpendiculaire à la plaine du Pô.

3. C'est donc dans cette région, où la discordance dans la direction entre les Alpes centrales et celles de Vénétie est la plus prononcée, qu'on doit s'attendre à trouver les plus grandes failles et les plus forts plissements des couches. Quoique le lac de Garda s'avance bien plus que tout autre lac dans la plaine du Pô, sa profondeur atteint par places 800^m.

4. L'auteur voit des conditions analogues dans la disposition des lacs au pied nord des Alpes.

5. Il est intéressant de constater que l'axe synclinal de la vallée du Pô est près de la base des Alpes, ce qui explique pourquoi les lacs sont situés pour la plupart dans la roche solide et que leurs bassins s'arrêtent brusquement vers la plaine. Lorsqu'on considère que dans l'Apennin le pliocène atteint des altitudes de plus de 700^m, on est forcé d'admettre que le soulèvement post-pliocène y a été plus considérable que dans les Alpes où ces dépôts n'atteignent que 400^m à peine. Il est probable que si l'Apennin s'était approché des Alpes autant que le Jura, la situation orographique des lacs italiens en aurait été quelque peu modifiée. Quelques-uns d'entre eux auraient pris peut-être l'aspect du lac Léman.

6. L'auteur admet une certaine relation entre les grands bassins alpins et les glaciers quaternaires; leurs bassins ne sont dus ni au creusement par les glaciers, ni à l'obstruction par des dépôts morainiques, mais ils doivent leur conservation à l'influence préservatrice des glaciers qui les ont empêchés d'être comblés par les graviers pendant la première partie de la période quaternaire.

NOTE SUR L'INTENSITÉ LUMINEUSE

DES

BANDES D'ABSORPTION DES LIQUIDES COLORÉS

PAR

M. Ch. FIEVEZ
Astronome à l'Observatoire royal de Bruxelles.

ET

M. Edmond van AUBEL
Docteur ès sciences physiques et mathématiques.

Les spectres d'absorption des liquides colorés servent, en analyse qualitative, au même but que les raies spectrales d'émission. Le nombre, la position relative, la largeur et l'intensité des bandes d'absorption varient essentiellement avec la nature des dissolutions. Ces bandes s'élargissent de plus en plus, à mesure que l'épaisseur de la couche traversée par la lumière augmente; leur position nous indique quels sont les rayons pour lesquels l'absorption est la plus forte.

On trouve, en général, peu de renseignements, dans les ouvrages sur l'analyse spectrale, relativement aux conditions expérimentales les plus favorables à la recherche des

bandes d'absorption. La plupart des auteurs conseillent l'emploi d'une source lumineuse intense[1], et ne parlent pas de l'influence du pouvoir dispersif du spectroscope.

Nous avons donc pensé qu'il serait intéressant de faire quelques expériences dans cette voie.

Les recherches que nous avons entreprises dans ce but ont porté sur les bandes spectrales de nombreux liquides colorés, dans divers états de concentration : les solutions de bleu et de violet d'aniline, de fuchsine, d'érythrosine, de permanganate de potassium, d'alun de chrome, de sulfocyanure de cobalt, de chlorure de didyme, etc., etc.

Les résultats ayant été concordants pour ces divers corps, nous indiquerons seulement, *in extenso*, les expériences avec les solutions de fuchsine et de chlorure de didyme. Ces dernières solutions sont particulièrement remarquables par la netteté de leurs bandes d'absorption.

Les dissolutions de fuchsine étaient à $\frac{1}{10\,000}$, $\frac{1}{100\,000}$ et $\frac{1}{1\,000\,000}$; celles de didyme à $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{300}$, $\frac{1}{1\,000}$. Elles étaient examinées dans des tubes de verre de 20 et de 40 centimètres de longueur, identiques à ceux qui sont employés en saccharimétrie, et dans des flacons plats à faces parallèles distantes de 1 centimètre environ.

La lampe Carcel, la lumière diffuse et le soleil ont été successivement utilisés comme source lumineuse.

Un collimateur muni d'une fente à ouverture variable envoyait, à travers les dissolutions, des rayons lumineux parallèles provenant des différentes sources. L'intensité des rayons pouvait être facilement réglée par l'ouverture

[1] Voir notamment : Kayser, Lehrbuch der Spektralanalyse. 1883, p. 123.

plus ou moins grande de la fente du collimateur, la fente du spectroscope demeurant invariable. On ne peut évidemment chercher à augmenter l'intensité lumineuse en ouvrant davantage la fente du spectroscope, car on modifie ainsi entièrement les conditions expérimentales. On sait, en effet, qu'une fente large fait disparaître des raies et des bandes obscures, qui sont très nettes avec une fente plus étroite.

Le pouvoir dispersif du spectroscope a varié dans les limites comprises entre la dispersion d'un prisme de 35° et celle de huit prismes de 60°.

Toutes les autres conditions expérimentales restant constantes, on observe que *l'intensité d'une bande d'absorption diminue :*

1° *Avec l'épaisseur et la dilution de la couche absorbante.* Ainsi une bande invisible sous une certaine épaisseur, ou avec une certaine dilution, devient apparente sous une épaisseur ou une dilution plus grande.

Ce résultat, presque évident, était connu dès les premiers travaux sur l'analyse spectrale par absorption. On connaît d'ailleurs le spectromètre Yvon, dans lequel on peut varier, à volonté, et mesurer l'épaisseur de la couche absorbante.

2° *A mesure que l'intensité lumineuse des rayons incidents augmente.* Une bande invisible, sous une certaine intensité lumineuse, apparaît sous une intensité moindre.

M. Aimé Witz fait remarquer aussi, à la page 346 de son remarquable *Cours de manipulations de physique,* que l'intensité de la source lumineuse modifie la largeur et même le nombre des bandes d'absorption.

3° *A mesure que la dispersion augmente.* Une bande invisible sous une certaine dispersion se manifeste sous une dispersion moindre.

Notre travail était entièrement terminé, lorsque nous avons reçu la nouvelle édition (1889) de l'ouvrage du professeur H.-W. Vogel, sur l'analyse spectrale pratique. Ce physicien est arrivé à une conclusion analogue à la nôtre, en étudiant le spectre d'absorption du rouge de naphtaline [1].

Nous pouvons donc formuler la conclusion suivante, qui trouve une application immédiate :

Chaque fois que l'on ne pourra augmenter suffisamment la concentration, ou l'épaisseur de la couche absorbante, il faudra réduire l'intensité lumineuse et le pouvoir dispersif, pour découvrir les bandes caractéristiques du corps absorbant.

Ainsi une solution au $\frac{1}{1000}$ de chlorure de didyme, examinée sous une épaisseur de 40 centimètres à la lumière solaire et avec une dispersion de deux prismes, ne donnera aucune trace de bandes d'absorption; tandis que la même solution, examinée sous la même épaisseur, mais à la lumière diffuse et avec une dispersion d'un prisme de 35°, laissera apercevoir deux bandes bien caractérisées.

[1] H.-W. Vogel, Practische Spectralanalyse, 1889, t. 1, p. 62, § 40.

GLAÇONS DE NEIGE

TENANT

SUR L'EAU DU LAC LÉMAN

PAR

M. F.-A. FOREL [1]

Un phénomène, probablement assez fréquent sur d'autres eaux, mais très rare sur notre lac, a été observé les 14 et 15 février 1888; c'est la *prise* de la neige sur l'eau. Une abondante chute de neige verse sur l'eau froide des flocons sans cesse renouvelés; les premiers cristaux de neige se mouillent, fondent, amènent la couche superficielle à zéro degré, et ralentissent assez la fusion de leurs successeurs pour que ceux-ci persistent jusqu'après la chute de nouveaux flocons. Il se forme bientôt à la surface de l'eau une crème blanchâtre, couleur de neige mouillée; de larges plaques, glaçons inconsistants, mous, flexibles, accumulés en certains points par le jeu des vagues et des courants, recouvrent l'eau d'une couche plus ou moins continue. Un corps solide la traverse sans difficulté en laissant un trou.

Pour que l'apparition puisse se produire, il faut :

[1] *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles*, t. XXIV.

a) Que l'eau soit froide, près de 0° ou tout au moins au-dessous de 4°; nous reviendrons sur ce point;

b) Que la chute de neige soit considérable et pressée;

c) Que l'eau soit au calme plat.

Ces conditions étaient représentées sur le lac Léman, quand le 14 février, vers 9 heures du matin, une violente chute de neige a fait blanchir toute notre vallée. Dès 4 heures du soir, j'ai vu le port de Morges couvert des *glaçons de neige* que je viens de décrire; ils ont persisté jusqu'au lendemain matin. Le même phénomène a été vu :

Dans les ports fermés de Morges, la Tour de Peilz, Genève, Ouchy (nouveau port).

Dans les ports largement ouverts, du Bouveret, d'Ouchy (vieux port), de Rolle.

Au fond des deux golfes de Morges (golfe des Roseaux et golfe du Parc).

Enfin, ce qui est plus étrange encore, en plein lac, de la Belotte à Tougues et à Yvoire, le long de la rive, et jusqu'à 100 ou 200 mètres en avant; au delà du *mont*[1], à ce que m'ont affirmé les capitaines et pilotes des bateaux à vapeur le *Jura* et l'*Aigle*.

Semblable apparition s'est reproduite sur le port de Morges, le 21 février.

On avait observé un fait analogue, le 10 février 1880, dans le Petit-lac, entre Genthod, la Belotte et Genève[2].

[1] Nous appelons *mont* le talus externe, talus d'éboulement de la terrasse littorale immergée, formée par le transport des sables arrachés à la grève et déposés à la limite, en profondeur, d'action des vagues. Cette terrasse est désignée sous le nom local de *beine*.

[2] F.-A. Forel, La congélation des lacs suisses et savoyards. *Echo des Alpes*, XVI, 155, Genève, 1880.

Les apparitions de glaçons de neige du 10 février 1880 et du 21 février 1888 sont assez normales. Ces jours-là l'eau du Petit-lac, près de Genève, et celle du port de Morges étaient très refroidies par la température basse des jours précédents ; elle était au-dessous de 4°, et la stratification inverse de l'eau, au-dessous du maximum de densité, était régulière. Le 21 février 1888, j'ai mesuré dans le port de Morges :

Surface.			0.0°.
A 0.6 mètre de profondeur			+ 2.3
1	»	»	+ 2.6
2	»	»	+ 2.8

Mais le 14 février 1888 il en était tout autrement.

Le 7 février, la température profonde du Grand-lac, mesurée par moi-même devant Morges, à 120 mètres de profondeur, était 5.0° ; la température superficielle 5.2°. Jusqu'au 13 février, le temps a été relativement doux, et le lac ne s'est certainement pas refroidi. La journée du 13 février a été splendide, une des plus belles journées de l'hiver. Les mesures de température prises à midi dans le port de Genève, à un mètre sous la surface, ont donné ;

13	février	+ 5.0°
14	»	+ 5.0°

Nous pouvons donc affirmer que le 14, au matin, l'eau du lac était au moins à 5.0°.

C'est donc sur de l'eau au-dessus du maximum de densité que la neige tombait, et n'a pas tardé à tenir.

La chute de neige a-t-elle été assez puissante pour refroidir jusqu'à 4° les points du lac où les glaçons de neige ont été observés ? Je ne le crois pas.

Les observatoires de Genève et de Lausanne ont mesuré la quantité de neige tombée dans les 24 heures, du 14 au 15 février, et l'ont trouvée de 10.8 à 15^{mm} d'eau. Supposons que jusqu'à 4 h. du soir, heure où le phénomène a été constaté sur le lac, la moitié de cette chute ait eu lieu, et évaluons la à 8^{mm} d'eau de neige. Cette neige en fondant dans l'eau aura absorbé de la chaleur et refroidi le lac. A 80 calories pour la chaleur latente de la glace, une couche de neige de 8^{mm} d'eau aurait pu abaisser d'un degré, et ramener de 5° à 4° une couche d'eau de 64 centimètres du lac, mais pas plus. Or dans toutes les localités où les glaçons de neige ont été vus, la profondeur du lac était de 2 mètres au moins, de 4 mètres et plus. Il me paraît donc impossible que la chute de neige ait ramené à 4° toute la couche d'eau sous-jacente à nos glaçons de neige.

Nous avons donc à considérer la superposition très anormale que voici :

A la surface, glaçons de neige à . . .	0°
Eau profonde, près de	5°

C'est là une stratification thermique tout à fait extraordinaire. En effet, on rencontre dans la nature :

Ou bien la *stratification directe* dans laquelle le fond de l'eau est à 4° et les couches supérieures sont plus chaudes, ou bien la *stratification inverse*, dans laquelle le fond est à 4° et les couches supérieures sont plus froides.

Mais trouver sur la même tranche verticale une stratification qui de la surface au fond a dû présenter la série suivante : 0°, 1°, 2°, 3°, 4°, 5°, 4°, c'est-à-dire à la surface la stratification inverse et au fond la stratification directe, c'est là un fait que, pour mon compte, je n'ai

jamais rencontré, que j'aurais même tenu pour impossible.

Et cependant le fait est possible. L'équilibre dans ces conditions est encore stable. En effet, la densité de l'eau à 0° est plus faible que celle de l'eau à 5° ; la première doit donc flotter sur la seconde. Il n'y a dans une telle stratification qu'une seule cause d'instabilité, c'est la présence d'une couche entre 3° et 4° superposée à une couche de 5°. Mais en admettant que cette couche d'eau lourde était extrêmement mince, et en faisant attention que la couche d'eau de fusion se reproduisait sans cesse par la chute continue de la neige, on peut comprendre comment l'équilibre ait pu se maintenir, ou se rétablir sans cesse.

Ce fait est cependant très curieux et intéressant à noter ; il est l'un des plus compliqués que puisse présenter la stratification thermique de l'eau.

SUR LA

RÉSISTANCE DES VÉGETAUX

A DES CAUSES QUI ALTÈRENT L'ÉTAT NORMAL DE LA VIE

PAR

M. J.-B. SCHNETZLER [1]

Les sources de Carlsbad, en Bohême, renferment différentes espèces d'*Oscillaria ;* l'espèce la plus commune est *Oscillaria amphibia* Ag.

Cohn a trouvé cette espèce dans des eaux de Carlsbad dont la température s'élevait jusqu'à 44° R.

En 1886, j'ai trouvé dans la même localité, au mois de septembre, *O. amphibia* dans le bassin dans lequel coule l'eau du Neubad, qui a une température de 60° C. Dans l'eau du Sprudel (72° C.), on trouve les mêmes Oscillaria ; mais celles qui sont entièrement plongées dans l'eau sont mortes.

Les ouvrages de botanique mentionnent plusieurs cas où des végétaux ont résisté à de hautes températures ; mais une critique scientifique réduirait probablement le nombre des cas cités.

Ehrenberg parle, par exemple, d'une Oscillaria vivant

[1] *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles,* t. XXIY.

dans les sources chaudes d'Ischia, à une température de 81° à 85° C.

John Daulby, de Liverpool, cite une chara de l'Islande qui fructifie dans une eau chaude de l'île, eau dans laquelle un œuf fut cuit en quatre minutes. Dunbar et Hunter trouvaient dans la Louisiane des sources de 24° à 50° R. dans lesquelles croissaient non seulement des conferves et des plantes herbacées, mais aussi des plantes ligneuses. Sonnerat cite, dans l'île de Luçon, une source chaude de 60° R. dans laquelle il vit fleurir de petites plantes d'une espèce de *Vitex*. Humboldt trouvait dans les régions tropicales de l'Amérique des sources de 40° à 60° R., dans lesquelles croissaient certains végétaux (lesquels ?). Tous ces faits sont relatés dans le « Lehrbuch der Botanik » de Bischoff, 1839 ; mais je le répète, nous les citons ici sous toute réserve.

D'après des observations plus récentes [1], la plupart des grains de pollen séchés à l'air supportent, sans perdre leur action fécondante, pendant une demi-heure, une température de 90° C.

Des spores d'*Ustilago carbo* supportent dans l'air sec une température de 100° à 120° ; mais dans l'air saturé de vapeur d'eau, elles meurent après une exposition d'une heure à une température de 58,5° à 60° C. (Hoffmann). D'après Pasteur, des spores de *Penicillium glaucum* supportent dans l'air sec une température de 108°, tandis qu'elles sont tuées dans de l'eau de 100° C.

J'ai vu le *Bacterium subtile* (Heubactérium) résister pendant plus d'une heure dans de l'eau de 100° C.

La force de résistance à de hautes températures varie, du reste, beaucoup suivant les végétaux.

[1] Rittinghaus, *Bot. Centralblalt,* 1887, n° 23-24, p. 300.

D'après Sachs et de Vries (Pfeffer, Pflanzenphysiologie), des plantes phanérogames plongées dans de l'eau de 51° à 52° C. meurent au bout de 10 à 30 minutes.

La résistance contre des températures basses est souvent très remarquable. Rittinghaus (loc., cit.) fait voir que des grains de pollen conservent leur vitalité à une température de — 20° C. D'après les belles observations de M. Casimir de Candolle, des graines de trèfle, par exemple, conservent leur force germinatrice après une exposition de six heures à une température de — 80° C.

Pfeffer (loc. cit.) dit : Nous ne connaissons pas la cause pour laquelle telle plante à l'état turgescent résiste mieux à de hautes températures qu'une autre.

Le même auteur ajoute que ce sont surtout les sources chaudes qui nous présentent les plus hautes températures supportées à la longue par des organismes, d'autant plus que ce sont principalement les organismes les plus résistants qui se sont trouvés dans le milieu à haute température ou qu'il s'y est produit, avec le temps, des formes particulièrement résistantes.

On a trouvé qu'en général des sources au-dessus de 54° C. ne peuvent plus contenir des organismes végétaux vivants, tandis qu'ils peuvent supporter un réchauffement jusqu'à 60° C. dans de la vapeur d'eau (Pfeffer, loc. cit.).

Nous avons vu que l'*Oscillaria amphibia* vivait à Carlsbad dans l'eau de la source du Neubad à une température de 60° C.

La résistance de cette Oscillaria pourrait s'expliquer jusqu'à un certain point par la présence d'une matière gélatineuse qui entoure ses filaments. Vaucher (Histoire des Conferves d'eau douce, 1803) a donné le nom de *substratum* à la matière qui accompagne les Oscillaria.

C'est, dit-il, une matière douce et onctueuse au toucher, une espèce de feutre dans lequel se trouve les oscillaires. C'est une espèce d'habitation qui leur est propre, qui les protège et les défend lorsque le froid ou la sécheresse les exposent à périr. Cette substance n'est pas toujours également abondante dans la même espèce. Lorsque les Oscillatoires ont vécu pendant longtemps dans le même milieu, elle est ordinairement plus épaisse. Celles que le citoyen DeSaussure avait apportées des eaux d'Aix en 1789 (33°-37° R.), que, depuis, le citoyen Boissier a retrouvées vivantes dans le même bassin et que je viens de recevoir, avaient leur feutre extrêmement épais (Vaucher, loc. cit.).

Les sources de Carlsbad tiennent en solution une grande quantité de carbonate de calcium, grâce à l'acide carbonique qu'elles contiennent. Les Oscillaria décomposent l'acide carbonique, en exhalant de l'oxygène. Le carbonate de calcium se dépose alors en masses cristallines sur le mucilage des Oscillaria ce qui augmente encore leur enveloppe protectrice.

Il me semble cependant que cette enveloppe ne suffit pas pour expliquer la résistance des Oscillaria, à une température qui dépasse le maximum admis pour la continuation de la vie végétale.

Lorsque nous voyons le protoplasma des bactéries qui renferme des matières albumineuses, résister dans l'eau pendant plus d'une heure à la température de 100° et conserver néanmoins toutes ses propriétés vitales et la faculté de se reproduire, il faut qu'il y ait une autre cause à cette résistance qu'une enveloppe gélatineuse; car l'albumine se coagule hors de l'organisme à une température de 65° C.

Le protoplasma vivant possède des énergies dont nous ne nous rendons pas encore bien compte. Lorsque, dans nos laboratoires, nous voulons séparer une partie de l'oxygène du dioxyde de carbone, nous faisons passer ce gaz sur des charbons incandescents, tandis que le protoplasma vivant d'une cellule qui renferme de la chlorophylle, éclairée par le soleil, opère la réduction du même gaz à une température relativement basse.

Le protoplasma des algues d'eau douce, par exemple des Spirogyra, renferme beaucoup de tanin. Lorsqu'on plonge ces algues dans la solution d'un sel de fer, la réaction si caractéristique qui démontre la présence du tanin ne se produit qu'après la mort du protoplasma.

Le substratum de la vie, le protoplasma, dans lequel la résultante des forces chimiques et physiques produit l'état que nous appelons la vie, présente une résistance remarquable à toutes les actions qui pourraient troubler l'harmonie de ces forces.

Cette résistance, qui varie suivant les individus, a toujours pour but de maintenir l'intégrité de l'organisme; elle atteint plus facilement ce résultat, lorsque l'organisme est plus simplement constitué, et que l'équilibre qui existe entre ses forces est plus stable; tandis que, dans les organismes plus compliqués, cet équilibre est plus facile à troubler. Même parmi les organismes inférieurs, Schizomycètes, Oscillaria, Spores de champignons, etc., nous trouvons des degrés de résistance bien différents.

Lorsque les premières Oscillaria ont apparu dans les eaux qui s'étaient formées à la surface de notre planète, ces eaux ont dû présenter, à la suite de la condensation des vapeurs qui les ont produites, une température relativement élevée. Les Oscillaria qui vivent aujourd'hui

dans une eau de 54° à 60° C. se sont adaptées aux conditions d'existence de leurs ancêtres.

Les diatomées, dont le protoplasma est protégé par une enveloppe siliceuse, supportent les températures les plus variées. On les trouve vivant aussi bien dans l'eau des glaciers que dans les sources chaudes de Carlsbad.

Leurs formes varient peu suivant les latitudes.

Dans les régions polaires et les régions équatoriales, on trouve les mêmes formes, ou du moins des formes analogues à celles que nous trouvons dans les différentes parties de l'Europe.

Cette résistance à des températures si différentes nous explique en partie la persistance de certaines espèces de diatomées à travers les différentes époques géologiques.

Castracani a découvert, dans les houilles de l'Angleterre, un assez grand nombre de diatomées se rapportant toutes aux types de l'époque actuelle. Huit espèces de ces diatomées fossiles vivent encore aujourd'hui et ont par conséquent traversé sans modification toute la longue suite de l'ère secondaire et tertiaire. Ce sont : *Fragillaria Harrisoni* Sm., *Epithema gibba* Ehr., *Sphenella glacialis* Ktz., *Gomphonema capitatum* Ehr., *Nitschea curvula* Ktz., *Cymbella scotica* Tm., *Synedra vitrea* Ktz., *Diatoma vulgare* Bory. (Saporta et Marion, Évolution du règne végétal, Cryptog., 1881, p. 65.)

Si dans certains organismes, comme les diatomées, par exemple, nous voyons des faits qui dénotent une grande résistance vitale, il existe, en revanche, des causes qui la diminuent et qui rendent les organismes non seulement moins résistants à des hautes ou à des basses températures, mais en général plus accessibles à toutes les actions qui troublent leur vie normale. Parmi ces causes

affaiblissantes, nous trouvons, par exemple, les conditions défavorables à la nutrition. Ainsi, d'après Pfeffer, des graines se trouvant dans l'eau qui manque d'oxygène perdent de leur résistance vitale.

Saporta (Le monde des plantes avant l'apparition de l'homme, 1879) dit : « La vie est le plus merveilleux comme le plus incompréhensible des phénomènes. » Eh bien, un des côtés les plus importants de ce phénomène, c'est la tendance des organismes à maintenir leur intégrité, c'est-à-dire la résistance plus ou moins énergique qu'ils opposent aux actions qui pourraient troubler ou faire cesser le phénomène de la vie.

Autrefois on voulait expliquer tous les phénomènes de la vie par une force (force vitale) ; aujourd'hui on les attribue à une matière qui forme le substratum de la vie (protoplasma) ; mais, quand même on admet que force et matièresont inséparables, le problème est bien loin d'être résolu ; car lorsque le protoplasma est mort, les actions physiques et chimiques dont il est le siège sont bien différentes de celles qu'il présente pendant la vie. La réponse au pourquoi ? nous manque encore.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

Aug. Kundt. Ueber die Aenderung der Lichtgeschwindigkeit in den Metallen mit der Temperatur. Sur le changement de la vitesse de la lumière dans les métaux avec la température. (*Sitzungsberichte der königl. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin,* Sitzung vom 20ten December 1888.)

Nous avons reproduit dans les *Archives* (nº du 15 juillet 1888, tome XX, p. 37) le remarquable mémoire de M. Kundt sur les indices de réfraction des métaux. Dans ce travail, l'auteur était arrivé à la conclusion qu'il paraît exister une relation entre la vitesse de la lumière dans les métaux et leurs conductibilités électrique et calorifique. Il résulte en effet de ses expériences que les sept métaux suivants : argent, or, cuivre, platine, fer, nickel et bismuth, étudiés en lames prismatiques très minces, déposées sur des plaques de verre par voie électrolytique ou par volatilisation d'électrodes, se rangent, au point de vue de leurs indices de réfraction, dans l'ordre inverse, au point de vue de la vitesse de la lumière par conséquent dans le même ordre, que par leurs conductibilités électrique et calorifique. Or si ce rapport simple entre la vitesse de la lumière dans les métaux et leurs conductibilités électrique et calorifique existe réellement, il doit se retrouver aussi entre les variations que subissent ces trois mêmes quantités avec la température. C'est ce que M. Kundt s'est efforcé de rechercher dans le nouveau travail dont nous rendons compte ici.

Admettant, avec les auteurs qui se sont occupés de ce sujet, que le coefficient suivant lequel la conductibilité des métaux diminue avec la température, soit 0,0037, il en résulterait, dans l'hypothèse ci-dessus, que l'indice de réfraction des métaux devrait, de 0 à 100°, augmenter de 1 à 1,37, augmentation qui dépasse de beaucoup les limites d'erreur des expériences de M. Kundt et qui devait par conséquent, si elle existe réellement, pouvoir être mise en évidence.

Les expériences ont été conduites comme dans le premier travail. Sans entrer dans le détail des dispositions à l'aide desquelles on faisait varier la température des prismes métalliques, nous en venons tout de suite aux résultats qui sont consignés dans le tableau suivant, dans lequel δ représente la somme des deux angles du prisme double, t la température, α la déviation subie par le passage à travers les deux parties du prisme double, n l'indice et β le coefficient suivant lequel n varie avec la température.

	δ	t	a	n	β
Or, lumière rouge	16.55″	18°	— 8.00″	0.52	
		118	— 3.52	0.79	0.0035
Or, lumière bleue		18	+ 1.00	1.06	
		76	+ 5.63	1.34	0.0045
		78	+ 6.54	1.39	0.0052
		118	+ 9.98	1.60	0.0051
		128	+11.84	1.72	0.0056
				Moyenne	0.0051
Platine, lumière blanche	28.31	22	+19.90	1.70	
		109	+31.10	2.10	0.0027
Nickel, lumière rouge	25.90	20	+31.07	2.20	
		112	+43.64	2.69	0.0026
Fer, lumière rouge	32.60	20	+29.96	1.92	
		102	+50.08	2.54	0.0040
Argent, lumière blanche	17.92	22	—12.19	0.32	
		92	— 9.71	0.46	0.0064

L'indice de l'argent étant très faible, ses variations avec la température sont très faibles aussi, et leur mesure par ce

fait même trop entachée d'erreur. M. Kundt le laisse donc de côté.

Considérant l'ensemble des autres résultats, il en déduit comme valeur moyenne de β pour les quatre autres métaux étudiés 0,0036, valeur très voisine du coefficient suivant lequel la conductibilité électrique des métaux varie avec la température. Il en conclut par conséquent que lorsque la température change, la vitesse de la lumière et la conductibilité électrique dans un même métal restent proportionnelles entre elles et inversément proportionnelles à la température absolue. E. S.

A. Boillot. Expériences sur le pendule non oscillant. (*C. R.*, 106, p. 1664-65, 1888.)

Le pendule oscillant qui, dans l'expérience de Foucault, démontre le mouvement de la Terre, peut servir à cette démonstration en supprimant le mouvement oscillatoire et en opérant dans une chambre.

Voici la disposition très simple adoptée :

Un fil de soie écrue est divisé en ses divers filaments. Le plus fin est choisi pour être étiré jusqu'à ce qu'il soit complètement dépourvu de torsion. Ce fil, long d'environ 1 mètre, est fixé, à l'une de ses extrémités, au centre d'un bouchon que l'on applique à la partie supérieure d'un tube de verre, dont l'extrémité inférieure entre dans un autre bouchon percé de part en part. Ce tube, soutenu par un support, peut ainsi être adapté verticalement sur l'ouverture d'un flacon. Le fil de soie descend dans l'intérieur du tube suivant son axe. Ce fil est terminé par une petite sphère en caoutchouc munie d'un index. Un poids quelconque pourrait être substitué à cette sphère pour tendre le fil. Cette sphère ainsi suspendue au milieu du flacon paraît en repos au bout de quelques heures. Alors on peut suivre la marche de l'index, entièrement à l'abri des mouvements de l'air.

Le sens du mouvement apparent de la sphère est celui des aiguilles d'une montre placée horizontalement dans l'hémisphère boréal; c'est-à-dire que ce mouvement est de même sens que celui du mouvement apparent diurne de la voûte céleste.

Une bande de papier, divisée en degrés et contournant le flacon, permet de mesurer l'arc parcouru en un temps donné.

La durée d'une rotation apparente entière de la sphère devrait être à Paris de 31 h. 52 m. et quelques secondes, d'après l'expression $\frac{24 \text{ h.}}{\sin L}$ qui donne cette durée pour une latitude L. Mais cette rigueur ne peut être obtenue. Les résultats ont varié entre 32 h., 33 h. et 40 h.; et, lorsque l'expérience est continuée pendant quelques jours, on constate que ce temps va en augmentant. La raison en est facile à comprendre, car la torsion du fil, quoique très faible, croît continuellement.

L'auteur termine sa note en indiquant un autre moyen d'opérer par l'emploi d'un barreau aimanté. L. de la R.

R. Emden. Ueber den Beginn, etc. Sur le commencement de l'émission de la lumière par les métaux incandescents. (*Annales de Wiedemann*, 1889, XXXVI, p. 214-235.)

D'après les recherches de M. H.-F. Weber, que nous avons signalées précédemment, on sait que les premières radiations perceptibles à la vue qui soient émises par un métal dont on élève graduellement la température, ont la réfrangibilité de la partie jaune vert du spectre et sont perçues d'abord avec une teinte grisâtre. M. Emden a poursuivi cette étude dans les laboratoires du Polytechnicum de Zurich, et s'est occupé principalement de déterminer la température à laquelle cette lumière cendrée commence à apparaître. Cette température varie sensiblement avec la nature du métal chauffé, comme le montrent les chiffres suivants :

Maillechort......	403°	Platine.........	408°
Platine (impur)...	404	Argent.........	415
Fer............	405	Cuivre.........	415
Laiton..........	405	Or.............	423
Palladium.......	408		

Le travail de M. Emden contient en outre des détails intéressants sur la mesure des températures par les courants thermoélectriques. C. S.

CHIMIE

A. Hantzsch. Action du sodium sur l'éther de l'acide isobutyrique. (*Ann. der Ch.*, 249, p. 54, Zurich.)

Cette réaction donne une huile bouillant vers 181°, qui est l'éther de l'acide éthoxylcaprilique, et non pas comme Wohlbrück le prétend, l'éther acétique du diméthylisobutyryl $(CH_3)_2CHCO.C(CH_3)_2COOC_2H_5$, il se produit d'abord une condensation de deux molécules de l'éther de l'acide isobutyrique, puis une réduction, on obtient le corps

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ CH_3 \end{array}\!\!>CH-\overset{\displaystyle H}{\underset{\displaystyle OC_2H_5}{C}}-\overset{\displaystyle CH_3}{\underset{\displaystyle CH_3}{C}}-COOC_2H_5,$$

éther qui par réduction donne l'acide oxycaprylique.

J. Wiernick. Action du sulfure de carbone sur la diméthylaniline en présence d'hydrogène naissant. (*Berichte*, XXI, p. 3204, Zurich.)

L'auteur chauffe pendant quelques heures au bain-marie, sous une pression de 20-30 ccm. de mercure, 1 molécule de CS_2, 2 molécules de diméthylaniline dissoutes dans un peu d'éther, 1 $^1/_2$ molécule de poussière d'étain et la quantité suffisante d'HCl pour la dissoudre; après réaction, on neutralise et distille avec la vapeur d'eau, le résidu est extrait par l'éther et on obtient à côté de la tétraméthyldiamidodiphénylméthane, un corps qui doit être de l'aldéhyde trithioformique. Il est probable que les corps observés par Tröger sont des dérivés de la méthane et non de l'éthane.

Aug. Bischler. Produits de condensation des bases de la série para avec les essences d'amandes amères nitrées méta et para. (*Berichte*, XXI, p. 3207, Zurich.)

Ce chimiste a préparé le dérivé diacétylé et le dérivé dibenzoylé de la β. p-nitrophényldiparaamidotolylméthane et a étudié les condensations de la m-nitrobenzaldéhyde avec la p-toluidine; de la m. et p-nitrobenzaldéhyde avec le p-amidoisobutylbenzol et la xylidine assymétrique; ces condensations se font mieux à froid avec l'acide sulfurique concentré qu'avec l'acide chlorhydrique à chaud.

D'après les recherches d'Ulmann, il est prouvé que dans la phényldiparamidotolylméthane, le C méthylique se trouve dans la position ortho par rapport aux deux groupes amidés, il en est probablement de même pour la combinaison α; pour les combinaisons β obtenues par l'acide sulfurique, il ne reste plus que la position méta par rapport aux groupes amidés, cela ressort du fait que des substituants négatifs influent le moins sur la basicité des amines lorsqu'ils sont dans la position méta et en effet, les combinaisons β sont des bases fortes.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

A LAUSANNE

Séance du 9 janvier 1889.

Paul Mayor. Serpent à sonnettes. — Rapin. Comète Barnard. — F.-A. Forel. Déformation des images réfléchies sur la surface convexe du lac. — Forel. Floraison des soldanelles. — H. Dufour. Hygromètre à condensation intérieure.

M. Paul Mayor fait circuler un échantillon de *la queue d'un serpent à sonnettes* et explique le mécanisme qui la fait agir.

M. le ministre Rapin attire l'attention sur le fait que la *comète Barnard* est encore visible dans une bonne lunette de deux pouces, et il ajoute quelques détails sur cette comète télescopique découverte, le 2 septembre passé, à l'observatoire de Mount Hamilton, près San Francisco. Du 25 novembre au 10 janvier 1889, elle a fait le chemin suivant au travers des constellations : Asc. dr. II h. 57′ à 0 h. 2′ 43″. Déclin. austr. 4° 50′ à 6° 46′ 4″. Elle doit passer au périhélie à la fin du présent mois de janvier, après avoir eu son maximun d'éclat à la fin de novembre passé. « On distinguait alors, avec un réfracteur Merz, de six pouces d'ouverture et un grossissement de 46 fois, un noyau nébuleux entouré d'une nébulosité plus faible et graduellement décroissante, ayant environ 6 à

7 minutes de diamètre; une queue large, faible et courte, non étalée, dirigée vers l'orient. »

M. F.-A. Forel traite de *la déformation des images réfléchies sur la surface convexe du lac,* partie du sphéroïde terrestre, ce qu'il appelle *les images de Ch. Dufour.* Il rappelle les calculs de M. Ch. Dufour de Morges qui, en 1873, indiqua la probabilité d'une réduction en hauteur (dépression) de l'image d'objets situés à l'horizon, réfléchis sur la nappe absolument calme du lac (*Bull. S. V. S. N.* XIII, 303); il rappelle aussi la constatation, faite déjà le 2 avril 1873 par lui-même et par M. Dufour, de la réalité de telles images. Depuis cette époque il a observé assez souvent, peut-être une trentaine de fois, ces images de Ch. Dufour pour être assuré de leur parfaite authenticité. Récemment M. le professeur A. Ricco de Palerme est arrivé à photographier le soleil se réfléchissant dans la mer calme, à l'horizon; l'image réfléchie est déprimée de $^2/_3$ à $^3/_4$. (*C. R. Acad. sc. Paris,* CVIII, 590).

Il ne faut pas confondre avec les images de Ch. Dufour une apparence assez semblable qui s'observe pour des objets situés à faible distance, en deçà de l'horizon apparent, lorsque le lac est ridé par des lames mortes. Dans ce cas une barque, un mur, une maison peuvent en se réfléchissant sur le lac donner une image très déprimée aussi, mais dont le mode de production est tout autre.

Cette image déprimée de réflexion à courte distance est due à la combinaison d'une foule d'images complètes qui se forment sur les surfaces cylindroïdes des vagues, images déprimées et renversées sur la partie convexe de la vague, images déprimées et redressées sur la partie concave. Chacune de ces images apporte à l'œil la lumière réfléchie de tout le secteur situé dans le plan de réflexion, depuis l'horizon jusqu'au zénith. Pour les vagues situées très près de l'objet considéré, celui-ci occupe une portion considérable de ce secteur de réflexion, et la résultante de l'ensemble de ces images partielles apportera à l'œil une surface colorée du ton de l'objet considéré; pour les vagues au contraire qui sont plus près du spectateur et plus loin de l'objet, celui-ci n'occupe

plus qu'une partie minime du secteur de réflexion, et la résultante de ces images partielles donnera à l'œil la réflexion prédominante du ciel.

Au pied, au-devant de l'objet considéré, il apparaîtra donc quelque chose qui ressemblera à une image de réflexion de cet objet, mais très fortement déprimée.

Le diagnostic différentiel entre ces deux types d'images sera basé sur les caractères suivants :

Les images de Ch. Dufour ne se voient que pour des objets situés au delà de l'horizon apparent, et de très faible hauteur au-dessus de cet horizon ; elles ne se produisent que sur un lac parfaitement calme, plat comme un miroir; leurs contours sont nets et bien dessinés.

Les images déprimées de réflexion à courte distance se voient sur un lac ridé par de larges lames mortes dont l'arête est perpendiculaire au plan de réflexion ; elles ne se produisent que pour des objets situés à faible distance, quelque cent mètres, en tout cas, en deçà de l'horizon apparents; leurs contours sont incertains et frangés.

Les unes et les autres sont considérablement déprimées.

M. F.-A. Forel décrit la *floraison des soldanelles* qui développent leur fleur au-dessus de la neige, leur hampe florifère traversant la neige ou la glace des restes d'avalanche au premier printemps. On a expliqué ce phénomène des plantes *perce-neige* ou par une poussée active de la plante qui refoulerait mécaniquement la neige, ou par une fusion de la glace par dégagement de la chaleur propre de la plante. M. Forel y voit des faits de radiation de la chaleur.

Par diathermansie, les rayons du soleil traversent la neige en réchauffant le sol; il se produit tout autour de la tache de neige une petite galerie libre, de quelques centimètres de hauteur: la plante commence à pousser et sa hampe florifère s'élevant se rapproche de la neige ; le bouton rayonne avec plus d'effet utile la chaleur qu'il reçoit du soleil, et il se forme au-dessus de lui un petit dôme dans lequel la hampe peut s'engager. Celle-ci reçoit toujours plus de chaleur à travers la neige; elle rayonne toujours plus de cette chaleur; le

dôme se creuse toujours plus de bas en haut, et le bouton de la fleur trouve toujours plus de place pour s'allonger. La couche de neige finit par être percée et le bouton peut s'épanouir en fleur au-dessus du champ glacé.

M. le prof. Henri Dufour présente une nouvelle forme de *l'hygromètre à condensation intérieure* précédemment décrit, (*Bull. S. V. S. N.* XIV 88) [1].

Dans cet appareil on supprime le cylindre extérieur de laiton et les trois tubulures latérales, le tout est remplacé par un simple cylindre de verre au travers duquel on observe la plaque polie.

Séance du 23 janvier.

Renevier. Lettre de M. Jean Cruchet. — Rollier. Pliocène d'eau douce. — Blanc. Système excréteur des vers nématodes. — Jean Dufour. Parasites des groseillers. — M. Lugeon. Nouveau gisement fossilifère dans la mollasse langhienne. — Chuard. Moyen pour reconnaître des traces d'acide tartrique.

M. Renevier prof., communique l'extrait suivant d'une *lettre de M. Jean Cruchet*, agriculteur à Pailly :

« En vue d'une conduite d'eau à amener à la laiterie du village, on a creusé en amont de Pailly de profonds fossés, dans lesquels se trouve à près de deux mètres de profondeur, entre des couches d'une marne argileuse blanchâtre, un banc de tourbe de 0,50 à 1 mètre d'épaisseur. Cette tourbe est assez décomposée, et noircit fortement les mains. On y remarque plusieurs débris végétaux, ainsi que des coquilles d'eau douce non pétrifiées, des *Hélix* et *Lymnées* délicates et fragiles. «

M. Renevier prof. mentionne également une découverte intéressante que vient de faire dans le Jura bernois, M. L. Rollier, prof. à St-Imier. Il s'agit du pliocène d'eau douce,

[1] *Archives des sc. phys. et nat.*, 1879, t. XXI, p. 108.

qu'il a trouvé dans le vallon de St-Imier, immédiatement sous le glaciaire, sous la forme de *poudingues* contenant des *Vivipara.*

M. le prof. Blanc parle du système excréteur des *vers nématodes* et en particulier de celui de l'*Oxyuris longicollis* qui vit en parasite dans le gros intestin de la Tortue grecque. Ayant eu une nouvelle occasion de vérifier ses observations précédentes et déjà communiquées à la Société helvétique des sciences naturelles, il a pu constater de plus : 1° Que chez certains individus les canaux postérieurs du système présentent parfois des ramifications (fait qui permet de rapprocher une fois de plus le système excréteur des Nématodes de celui des vers plats) 2° Que chez les jeunes individus, c'était le saccule qui apparaissait en premier, puis les canaux antérieurs et postérieurs, fait qui permettrait de considérer ce système comme provenant d'une invagination des téguments.

M. Jean Dufour parle de *deux parasites des buissons de raisins de mars et de groseiller.* Le premier est un champignon brun, le *Polyporus ribis*, qui se développe très fréquemment au collet de ces deux arbustes, au niveau du sol. On le trouve quelquefois aussi sur des branches plus élevées en particulier chez les groseillers. Ce champignon est très difficile à détruire complètement, lorsqu'il a déjà pris un certain développement; il faut l'enlever avec un couteau dès qu'on le voit apparaître au pied des plantes qui le nourrissent de leur sève.

Un second parasite, facile à observer maintenant dans les jardins des environs de Lausanne, est une espèce de *Kermès* ou cochenille, qui couvre souvent de ses coques brunes les rameaux des raisins de mars. On peut recommander pour le combattre des aspersions d'un mélange de chaux et de jus de tabac.

M. Dufour met en circulation des échantillons de ces divers parasites.

M. Maurice Lugeon a découvert dernièrement un nouveau

gisement fossilifère dans la mollasse langhienne. Ce gisement se trouve dans la *forêt de Sauvabelin* près de Lausanne. Les recherches, faites en compagnie de MM. J. Champod et John Charton, ont livré une grande quantité de strobiles du *Pinus Lardyana*, H., une noix, etc. Les feuilles fossiles, si communes dans tous nos gisements langhiens, sont ici très rares. La nature des fossiles, fruits, morceaux de bois et fragments d'écorce, ainsi que le grès poudinguiforme dans lequel ils sont contenus, montrent des traces bien évidentes d'un ancien cours d'eau langhien. M. Lugeon en a déjà signalé dans d'autres gisements ainsi aux nouveaux Abattoirs, et à la Borde. Dans ce dernier le cours d'eau se dirigeait au nord-est, dans la direction de la mer helvétienne.

M. le prof. CHUARD propose pour reconnaître la présence de petites quantités d'acide lactique l'emploi du chlorure d'or avec un carbonate alcalin. Le chlorure d'or est réduit et l'acide lactique transformé en aldéhyde acétique. En appliquant cette réaction au produit de l'extraction, par l'éther, du résidu solide des vins, M. Chuard a constaté même dans des vins parfaitement normaux, nullement altérés la présence de l'acide lactique. (Voir aux Mémoires pour plus de détails.)

Séance du 6 février.

Cruchet. Gisement de tourbe de Pailly. — Renevier. Langage scientifique universel. — Favrat. Phénomène de végétation tardive. — H. Dufour. Éléments météorologiques des mois de décembre 1888 et janvier 1889. — Nicati. Empoisonnement par l'essence de vinaigre. — F.-A. Forel. Mirages d'hiver vus sur le lac.

M. RENEVIER, prof., communique des renseignements plus précis obtenus de M. J[n] CRUCHET sur le *gisement de tourbe de Pailly*, dont il avait entretenu la Société dans sa précédente séance. « Ce gisement se trouve sur le plateau mollassique à l'altitude de 680 mètres, droit au nord de Pailly, au lieu dit *Hautaz-fin*, à environ 300 mètres N.-E. de la maison

isolée marquée sur nos cartes topographiques du nom de *La Croix*.

« Voici la coupe relevée par M. Cruchet, de haut en bas :

30 à 40 centimètres de Terre végétale.

1 m. 50 de Marne argileuse blanchâtre.

6 à 8 cm. d'Argile blanche pure.

50 cm. environ de Tourbe terreuse noire.

1 m. environ de Marne argileuse blanc grisâtre, remplie de coquilles et recouvrant immédiatement la mollasse.

« L'ensemble de ces dépôts modernes, recouvrant la mollasse, atteint, suivant les points, jusqu'à 5 et 6 mètres d'épaisseur. La couche coquillière est évidemment ce que Heer a appelé la craie lacustre (*Seekreide*), qui forme habituellement le substratum de la Tourbe. » M. *Renevier* fait circuler quelques échantillons de ces couches, envoyés au Musée par M. Cruchet, et en particulier une jolie série de coquilles terrestres et d'eau douce (Helix, Lymnées, etc.) bien conservées, qui n'ont pas pu être encore déterminées spécifiquement.

M. le prof. Renevier traite ensuite de l'adoption d'un *langage scientifique universel*, dont l'initiative a été prise par l'*American philosophical Society*. Cette Société avait nommé en 1887 un comité chargé d'examiner la valeur scientifique du Volapük. Ce comité a présenté au commencement de 1888 un rapport examinant : 1° s'il est désirable d'avoir un langage scientifique universel; 2° quels devaient être ses caractères; 3° si le Volapük répond aux conditions requises.

Le comité concluait qu'une langue scientifique universelle était éminemment désirable et qu'il faut la former de toutes pièces d'après les six langues aryennes les plus répandues. Quant au Volapük, il ne répond nullement aux conditions requises. En conséquence, l'*American philosophical Society* engageait toutes les Sociétés scientifiques à coopérer à la création d'un langage scientifique universel, en instituant pour cela un congrès international qui se réunirait à Paris ou à Londres.

La *Société zoologique de France* a fait à son tour examiner la question par MM. Chaper et Fischer. Ces messieurs concluent en résumé à l'adoption, comme langue scientifique internationale, d'une des langues vivantes existantes. Le Volapük doit être rejeté et les ouvrages relatifs à la systématique doivent être écrits en latin jusqu'à l'adoption définitive d'une langue scientifique internationale.

M. le prof. Favrat parle ensuite des *phénomènes de végétation tardive* et donne un extrait d'une liste de 140 fleurs récoltées pendant les mois de décembre et janvier (voir aux mémoires).

M. le prof. H. Dufour expose à ce sujet les éléments météorologiques des deux mois précédents : La température moyenne du mois de janvier est de 0°, cette année, elle a été de — 1°,3, présentant, comme on le voit, une *anomalie négative*. Ceci montre que ce n'est pas à une quantité de chaleur plus grande que la moyenne qu'il faut attribuer les phénomènes de végétation tardive, mais plutôt à la grande sécheresse du sol. Bien que la température minimum de janvier soit tombée à — 7°,2, la température du sol ne s'est jamais abaissée au-dessous de 0°. Un second facteur qui explique encore la végétation tardive de cet hiver, c'est le grand nombre d'heures de soleil dont on a joui et surtout à la montagne. Pendant le mois de janvier, par exemple, Lausanne a eu 78 heures de soleil ; tandis que les Avants, situés au-dessus des brouillards de la plaine, ont vu briller le soleil pendant 128 heures.

M. Nicati, pharmacien, mentionne trois cas d'*empoisonnement par l'essence de vinaigre*. Ce produit tendant de plus en plus à remplacer le vinaigre naturel, il a paru utile à M. Nicati d'indiquer le résultat d'analyses faites à la suite de trois cas d'empoisonnement. Il en résulte que l'essence de vinaigre est un mélange de 90 % d'acide acétique pur et d'alcool aromatisé. L'acide acétique étant un corosif à l'égal des acides minéraux, les symptômes de l'empoisonnement ont été les mêmes que pour ces acides.

Un des trois cas étudiés fut mortel, la magnésie donnée comme contre-poison ayant été administrée trop tard. Il faut qu'elle soit prise au maximum une heure après l'empoisonnement.

M. F.-A. Forel expose quelques observations nouvelles *sur les mirages d'hiver vus sur le lac.*

Il cherche la limite de hauteur à laquelle l'œil peut apercevoir les mirages; en employant un miroir incliné à 45° pour abaisser son rayon visuel, il arrive à les constater à une hauteur très faible au-dessus de l'eau. Les mirages sont encore parfaitement développés à 10 cm., à 5 cm., à 2 cm. au-dessus de la nappe des eaux; à 1 cm., M. Forel croit les avoir vus; à $^1/_2$cm., l'observation lui a échappé, le lac n'ayant pas été assez calme pour que le miroir ne fût pas mouillé par quelque vague à cette très petite distance du plan de l'eau.

M. Forel insiste sur l'importance considérable de la dépression apparente de la nappe liquide en cas de mirage d'hiver, et sur le rapprochement énorme du cercle de l'horizon, dernier point de la surface des eaux dont les rayons réfractés parviennent à l'œil. Ces deux faits caractérisent aussi bien le mirage d'hiver que la formation d'une image réfléchie des objets situés au delà du cercle d'horizon, au-dessous du plan de partage.

M. Forel donne encore l'explication des dentelures des vagues à l'horizon en cas de mirage d'hiver. Ces dentelures sont à leur maximum de développement quand l'air est le plus calme : point n'est besoin que les vagues soient fortes ou aiguës; la vague de refoulement d'un bateau à vapeur donne peut-être la plus belle apparition du phénomène. Celui-ci se voit pour des vagues situées à une petite distance au delà du cercle de l'horizon; le rayon visuel parti de la base de la vague, passe par réfraction au-dessus de l'œil, et n'est pas aperçu ; le rayon visuel parti de la crête de la vague est moins réfracté que celui du cercle de l'horizon, et le sommet de la vague apparaît ainsi comme un point suspendu en l'air. Un peu de réflexion au-dessous du plan de partage transforme l'image de ce point en un losange à grand axe vertical, qui est l'apparition parfaite des dentelures en question.

Séance du 20 février.

L. Gauthier. Coup de foudre. — Renevier. Mémoires de la Société paléontologique suisse. — H. Dufour. Diathermansie de la glace.

M. le prof. H. Dufour communique au nom de M. L. Gauthier, instituteur au Sentier, quelques détails *sur un coup de foudre survenu dans cette localité le 20 octobre dernier.*

La foudre est entrée dans une des maisons *des Crêtets* par la cheminée, en projetant les tuiles au loin dans les prés et carbonisant les poutrelles du toit, puis elle a suivi les tuyaux de deux poêles superposés en traversant le plancher d'un étage. Elle est ressortie, en brisant les vitres d'une fenêtre, par une paroi recouverte de tôle galvanisée et a creusé dans le sol deux trous de 10 à 15 centim. de profondeur.

Ici encore on peut constater que la foudre suit toujours le chemin de moindre résistance.

Une étude plus complète de ce coup de foudre intéressant sera publiée dans le *Bulletin.*

M. le prof. Renevier annonce que le volume XV des *Mémoires de la Société paléontologique suisse* vient de paraître. Il contient 4 mémoires avec 37 planches 4°, très bien exécutées. Ce sont :

M. L. Rutimeyer. Relations entre les mammifères du Vieux et du Nouveau-Monde.

M. F. Koby. Polypiers jurassiques (3e partie).

M. Ed. Greppin. Bathonien des environs de Bâle.

MM. P. de Loriol et Bourgeat. Faune coralligène de Valfin (dernière partie).

Cette dernière monographie est d'un grand intérêt pour la géologie de notre Jura. Ce volume n'est en rien inférieur aux précédents et fait honneur au pays.

M. le prof. H. Dufour parle de la *diathermansie de la glace.* Il a étudié quelle est l'influence de la neige comme agent diathermane à propos de la communication de M. F.-A. Forel sur la floraison des soldanelles.

La neige *blanche* est un très bon protecteur : Un thermomètre placé à 1 centim. de profondeur dans de la neige fraîche donne au soleil une température de + 3°,4, à 2 centim. il ne marque plus que + 2°,2, tandis qu'à l'air libre il montait à + 22°.

Lorsque la neige fond, elle devient transparente et plus diathermane.

C'est donc à la conductibilité du sol pour la chaleur, autour des flaques de neige, et à la chaleur propre dégagée par la plante plutôt qu'à la diathermansie de la glace qu'il faut attribuer le phénomène de la soldanelle perce-neige.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 17 janvier 1889.

Hipp. Gosse. Rapport annuel.

M. le Dr Hippolyte Gosse, président sortant de charge, lit son rapport sur la marche de la Société pendant l'année 1888.

Séance du 7 février.

L. Duparc et J. Radiano. Sur la constitution de quelques schistes ardoisiers. — L. Perrot. Mesure des indices de réfraction de l'acide tartrique. — Ch.-Eug. Guye. Polarisation rotatoire du chlorate de soude cristallisé. — Lucien de la Rive. Nuage d'apparence singulière. — E. Gautier. Eclipse de soleil du 1er janvier 1889. — R. Chodat. Sur le pollen des Polygalacées.

M. L. Duparc communique un travail qu'il a fait en colla-

boration de M. J. Radiano sur la *Constitution de quelques schistes ardoisiers.*

Dans l'immense groupe des Schistes argileux, les schistes ardoisiers se laissent assez bien caractériser soit par le fait que leur constitution chimique oscille entre des limites moins grandes que celles des autres roches de ce groupe, soit encore par leur couleur foncée et leur schistosité généralement bien développée. Toutefois cette constitution est loin d'être constante et varie souvent dans des limites assez sensibles d'un lieu à l'autre. Il était intéressant de rechercher ces variations dans un certain nombre d'échantillons de diverses localités suisses et savoisiennes et de les comparer avec celles des mêmes roches d'autres pays.

MM. Duparc et Radiano ont d'abord étudié les schistes houillers de Salvan, qui sont très estimés comme couverture de toits et qui, malgré leur extérieur peu flatteur pour l'œil, résistent admirablement à l'action des agents atmosphériques. Les échantillons examinés provenaient soit des carrières dites d'en bas, soit de celles d'en haut. Ces différents échantillons varient assez d'aspect, leur grain est grossier et leur couleur noire ou grise. Les chiffres obtenus pour la teneur en silice sont :

Pour les carrières d'en bas 68 $^0/_0$.

Pour celles d'en haut 64 $^0/_0$.

Un autre échantillon leur a donné 61 $^0/_0$.

La perte au feu oscillait entre 2,15-2,56.

Ce chiffre de 68 $^0/_0$ de S_iO_2 doit être considéré comme très élevé, et ils l'ont pris comme maximum pour les différents schistes examinés. Il n'a du reste été dépassé qu'assez rarement dans certains schistes de Morgenröthe, près Siegen, qui contiennent 73 $^0/_0$ de silice.

D'autres ardoises de Sembrancher et Isérable ont été également analysées.

La première, de couleur noire, luisante, a donné 60 $^0/_0$ de silice avec une perte au feu de 2,70.

La seconde, dure, résistante, a montré une constitution assez analogue, comprenant 59,8-60 $^0/_0$ de silice avec 4,36 de perte au feu.

Ces chiffres, comme on le voit, sont, du moins pour la silice, assez semblables au minimum de Salvan; les autres éléments, alumine, fer, etc., concordent également assez bien avec l'échantillon de 61 % de silice.

Comme échantillons savoisiens, ils ont jusqu'ici examiné seulement les ardoises de Servoz (Haute-Savoie) et Petit-Cœur en Tarentaise, qui, du reste, n'ont absolument aucun rapport entre elles.

L'ardoise de Servoz est un véritable schiste ardoisier qui leur a donné 54 % de silice avec une perte au feu de 5 %, ce qui est très considérable. Celle de Petit-Cœur, au contraire, est plutôt un schiste calcaire argileux, qui contient 20-21 % de silice seulement, mais en revanche 59,44 % de carbonate de chaux. Cette teneur en calcaire, quoique excessive, n'est pas unique en son genre et ils ont également rencontré du carbonate de chaux dans d'autres ardoises d'âge totalement différent et qui proviennent d'Elm (Glaris) et de Pfäffers (Saint-Gall). La première, avec 33-34 % de silice et 38,30 de carbonate de chaux; la seconde, avec 45,25 % de silice et 23,22 de calcaire.

MM. Duparc et Radiano espèrent étendre ce travail surtout à certains schistes de Maurienne et de Savoie; il sera intéressant de déterminer par combustion directe la quantité de charbon qui se trouve dans les schistes qu'ils ont décrits et dans ceux dont ils font l'étude en ce moment. Ils se réservent donc de continuer ce travail tant au point de vue chimique que microscopique.

M. Louis Perrot[1] rend compte de la vérification expérimentale qu'il a faite de la méthode imaginée par M. Charles Soret[2] pour la *mesure des indices de réfraction des cristaux à deux axes*. La vérification a eu lieu sur l'acide tartrique et confirme absolument l'exactitude de la méthode.

M. Ch.-Eug. Guye rend compte de ses recherches *sur le pouvoir rotatoire du chlorate de soude cristallisé.*

[1] *Archives des sciences phys. et nat.*, 1889, t. XXI, p. 113.

[2] *Archives des sciences phys. et nat.*, 1888, t. XX, p. 263.

Dans un travail qu'il poursuit depuis quelques mois au laboratoire de physique de l'Université de Genève, il s'est proposé de reprendre la mesure du pouvoir rotatoire du chlorate de soude cristallisé, et, en particulier, d'étendre les déterminations à la partie ultra-violette du spectre.

Une étude préliminaire lui ayant montré qu'en raison des dimensions assez faibles des cristaux et des défauts de transparence qu'entraîne l'altérabilité de leurs surfaces, les procédés habituellement employés ne donnent pas des résultats très satisfaisants, M. Charles Soret l'a engagé à essayer la méthode suivante, qui est en effet plus avantageuse.

La disposition générale est celle de M. Broch, avec le polariseur mobile et l'analyseur fixe, placés en avant du spectroscope; seulement on intercale entre les deux prismes polarisants et aussi près que possible de la fente du spectroscope, un biquartz d'épaisseur variable à volonté, donnant lieu à deux spectres superposés, dont les bandes d'extinction cheminent en sens inverse lorsqu'on fait tourner le polarisateur. Deux bandes sont d'abord amenées dans le prolongement l'une de l'autre; puis on introduit devant le biquartz le cristal à étudier, et sa rotation est mesurée par l'angle dont il faut faire tourner le polariseur pour ramener les bandes à coïncider. On détermine enfin la longueur d'onde de la radiation employée, en répétant immédiatement la mesure sur une lame de quartz d'épaisseur et par conséquent de rotations connues.

Le tableau suivant résume les principaux résultats de ces recherches :

Région du spectre.	Longueur d'onde en millionième de millimètre.	Température en degrés centigr.	ANGLES DE ROTATION PAR MILLIMÈTRE D'ÉPAISSEUR Chlorate n° 1 (21^mm d'épaiss^r levogyre).	Chlorate n° 2 (16^mm 1/2 d'épaiss^r levogyre).
Environs de *a*	717,69	15°	2°,068	°
	708,87	12,2		2,118
» B	678,89	17,4	2,318	
» C	662,77	11,7		2.436
	650,73	20,6	2,559	
» D	590,85	18,3	3,104	
	589,41	13,5		3,122
» E	532,33	16	3,841	
	530,96	13,5		3,881
» F	489,12	11,9	4,587	4,590
» G	455,32	10,1		5,331
	428,34	14,5	6,055	
» H	407,14	13,3	6,756	6,751
» L	384,12	14	7,654	7,654
	383,14	13,4	7,706	
» M	373,52	10,7	8,088	8,111
	372,70	13,8	8,121	
» N	356,44	12,9	8,844	8,878
» P	339,31	12,1	9,799	9,804
	333,68	10,7	10,093	10,064
» Q	323,41	11,9		10,787
» R	306,45	13,1	11,921	
» *t*	299,18	12.8	12,396	12,451
» Cd 17	282,70	12,2	13,426	
	277,70	11		13,901
» Cd 18	250,38	11,6		14,965

Ces valeurs concordent sensiblement avec celles que M. Sohnke a obtenues pour la partie visible du spectre; il serait facile de les réduire à une température uniforme en faisant usage du coefficient donné par cet auteur. M. Guye se réserve d'examiner si ce coefficient est également applicable aux radiations ultra-violettes.

M. L. DE LA RIVE a observé, par un fort vent du nord, une température inférieure à 0 et un ciel serein qui n'en laissait voir aucun autre, un nuage se formant sur la crête sud du Mont-Blanc. Ce nuage restait adhérent à la montagne et subissait des changements rapides de forme. Il s'en détachait des nuages successifs, chassés vers le sud avec une grande

vitesse, ce qui était assez remarquable parce qu'il n'en arrivait pas par le nord de la montagne.

M. Émile Gautier annonce que l'*éclipse totale de Soleil* du 1er janvier écoulé a été observée avec succès dans la partie nord-ouest de l'Amérique septentrionale, où les conditions atmosphériques ont été favorables. Des installations exceptionnelles avaient été faites dans quelques places des États de Nevada et de Californie. Une expédition de l'Observatoire de Harvard College, Cambridge Mass. avait transporté à Willows Cal. un réfracteur de 13 pouces d'ouverture et d'autres encore, avec lesquels cinquante à soixante photographies du phénomène ont pu être prises. L'Observatoire de Lick, Mont Hamilton Cal., avait envoyé un personnel capable et bien outillé dans une localité californienne plus au nord, nommée Bartlett Springs, etc. Dans plusieurs stations, la couronne solaire a paru plus brillante et plus large que dans de précédentes éclipses, avec des panaches très étendus. Les clichés nombreux qui en ont été pris donneront lieu à des études et à des rapports ultérieurs qui ne manqueront pas d'être intéressants.

M. Chodat parle du *Pollen des Polygalacées.*

Il y a au début un nombre plus ou moins déterminé d'épaississement partant des pôles et arrivant vers la zone équatoriale. Cette zone ne s'épaissit tout d'abord pas et, dans certaines espèces, elle reste toujours mince. D'autres fois, les bandes longitudinaires arrivent à se rencontrer et forment à leur jonction un épaississement maximum. En règle générale, plus les bandes se rapprochent de la zone équatoriale, plus elles s'épaississent; elles se terminent par un bourrelet proéminent. La germination du pollen se fait généralement par cette bande équatoriale; le tube germinatif la perce alors, brisant quelquefois le pollen en deux hémisphères.

Au début, le protoplasma pollinique ne contient qu'un noyau. Il y a bientôt bipartition avec formation de deux cellules inégales. L'une plus petite, lenticulaire, toujours appliquée contre l'un des pôles; l'autre remplissant le reste du

grain pollinique, et munie d'une grande vacuole. Dans cette dernière cellule, le noyau a une enveloppe formée d'une substance très réfringente. Ordinairement le second noyau est à l'opposé du premier.

A cette époque déjà, on voit dans l'intérieur du pollen des granulations résineuses; elles augmentent rapidement et rendent l'étude subséquente du pollen difficile. M. Chodat a employé le chloral au vert de méthyle acétique pour rendre les images plus nettes.

Séance du 21 février.

F.-A. Forel. Recherches sur la couleur des lacs. — F.-A. Forel. Images réfléchies sur la surface sphéroïdale des lacs. — F.-A. Forel. Cas de fasciation d'une tige de frêne.

M. F.-A. Forel, de Morges, expose ses recherches *sur la couleur des lacs*. Il se rattache à la théorie que M. J.-L. Soret a donnée (*Archives,* XI, 276, 1884) et cherche, parmi les causes possibles, celles qui rendent vertes les eaux de certains lacs, en laissant bleues celles d'autres lacs.

Il a employé deux méthodes de comparaison pour constater la teinte elle-même et la constance de cette teinte des lacs, qu'il étudie suivant un rayon vertical plongeant dans la région profonde. Il a d'abord noté cette couleur en la copiant avec des craies de pastel (*Archives,* XVIII, 346, 1887). Puis il a composé une gamme de couleurs solubles, allant du bleu au jaune, par un mélange à proportions croissantes de chromate jaune de potassium avec du sulfate de cuivre ammoniacal (*Archives,* XIX, 192). Il a modifié la concentration de ces liquides, afin d'avoir l'œil moins ébloui par la couleur trop vive des tubes colorés, et il emploie actuellement des solutions au 1 : 200.

Voici, exprimée en numéros de la gamme, la couleur de quelques eaux; les numéros de la gamme indiquent le tant pour cent de solution jaune ajoutée à la solution bleue, le zéro étant le bleu pur, les numéros de plus en plus forts virant au vert :

Méditerranée, côte d'Algérie et de Tunisie	2—6
Lac bleu de Lucel, Arolla	6—8
Lac Léman en hiver..........................	6—8
Id. en été..............................	10—12
Lac d'Annecy	12
Lac de Neuchâtel, devant Neuchâtel...........	15—20
Id. devant Grandson	30
Lac de Morat..................... (brun vert)	60—70

A en juger d'après les notes au pastel, les lacs de Zurich, de Zoug, des Quatre-Cantons et de Constance, ont les numéros 40—60 de la gamme.

D'après les observations de M. le Dr J. Montfort, de Morges, l'Atlantique aurait eu, dans la traversée de Bordeaux à Buenos-Aires, en novembre 1888, une couleur, exprimée en numéros de la gamme Forel :

Golfe de Gascogne...................trouble.	
Baies de la Corogne et de Vigo	N°s 8—10
De Lisbonne aux îles du cap Vert	4—6
Baies des îles du cap Vert...........bleu pur	0
Des Iles à Pernambuco......................	2—6
Le long des côtes du Brésil..................	6—12
Baie de Rio-de-Janeiro	6
De Rio à Montevideo	6—8
Rio de la Plata.................jaune trouble.	

En filtrant avec des bougies Chamberland des eaux diversement colorées, et en les étudiant dans un tube de Bunsen de 6 mètres de long, M. Forel constate que la couleur des lacs verts persiste après la filtration. Il en conclut que la teinte verte vient d'un mélange d'une substance jaune ou verte en solution dans l'eau pure dont la couleur fondamentale est bleue.

Il cherche cette solution jaune dans l'eau chargée d'acide humique des marais tourbeux. En mélangeant à doses progressives une solution d'eau de tourbe avec l'eau bleue du lac Léman, et en l'étudiant dans le tube de Bunsen, il a obtenu toutes les teintes des lacs de plus en plus verts.

Enfin, les faits géographiques qu'il a pu réunir jusqu'ici

lui montrent que la proportion des marais tourbeux est beaucoup plus considérable dans le bassin d'alimentation des lacs à eaux vertes que dans celui des lacs à eaux bleues (Léman, Annecy, Garda, Lucel, Kandersteg, Achensee).

La conclusion de l'étude que M. Forel continuera, si possible, jusqu'à démonstration, sera donc probablement : le vert de l'eau de certains lacs est dû au mélange d'eau tourbeuse avec l'eau qui, à l'état de pureté, serait bleue.

M. F.-A. Forel expose ensuite la question des *images réfléchies sur la nappe sphéroïdale du lac* (images de Ch. Dufour) et les compare avec les images réfléchies sur les surfaces cylindroïdes des vagues (voir ci-dessus p. 254, Compte rendu de la Société vaudoise des sciences naturelles, séance du 6 février 1889).

M. F.-A. Forel présente un beau *cas de fasciation d'une tige de frêne* récoltée dans une haie à Vullierens, près Morges.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

FÉVRIER 1889

Le 3, neige pendant la journée, accompagnée de fortes rafales de vent; la neige fondant à mesure, sa hauteur ne peut être mesurée.
4, forte bise de 4 à 7 h. du soir.
5, forte bise jusqu'à 4 h. du soir.
6, gelée blanche le matin ; légère neige l'après-midi.
7, neige le matin, suivie de pluie.
9, très fort vent dans la nuit; neige dans la journée, hauteur : $5^{cm},5$.
10, grésil à 9 h. soir; neige depuis 10 h. du soir.
11, la température monte brusquement à partir de minuit $^1/_4$ de — 3°,1 à + 2°,9 à 1 h. $^1/_4$ du matin ; fort vent jusqu'à 4 h. du soir.
12, forte bise pendant tout le jour.
13, très forte bise jusqu'à 7 h. du soir.
14, brouillard jusqu'à 7 h. de matin; neige de 10 h. matin à 4 h. soir, hauteur : $7^{cm},0$.
15, le vent souffle en tempête de minuit à 3 h. $^1/_2$ du matin; très fortes averses de pluie; neige dans l'après-midi et le soir, hauteur : $1^{cm},4$.
18, brouillard de terre à 7 h. du matin.
19, très forte gelée blanche le matin.
21, giboulée de neige à 8 h. du matin.
22, neige dans la nuit, hauteur : $2^{cm},0$.
23, légère gelée blanche le matin; neige à 10 h. matin, hauteur : $2^{cm},5$; très forte bise depuis 4 h. du soir.
27, neige le matin et depuis 7 h. soir, hauteur : $4^{cm},7$.
28, neige dans la nuit et à 10 h. matin, hauteur : $6^{cm},5$.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 6 à 6 h. matin	731,90	Le 3 à 4 h. soir	706,80
8 à 11 h. matin	723,98	7 à 5 h. soir	716,67
10 à 11 h. matin	724,93	9 à 4 h. matin	712,62
13 à 11 h. soir	732,25	11 à 3 h. soir	715,20
19 à 7 h. matin	739,44	15 à 4 h. matin	715,88
22 à 11 h. matin	724,61	21 à 6 h. matin	719,46
25 à 1 h. matin	724,74	23 à 6 h. matin	720,45
		27 à 4 h. soir	711,91

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation. Minim.	Fract. de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.				°	°	cm
1	728,92	+ 1,47	726,19	730,83	+ 7,27	+ 6,82	+ 3,9	+11,3	832	— 13	680	930	0,6	1	NNO. 1	0,98	+ 5,6	+0,8	128,0
2	724,45	— 2,96	723,50	725,80	+ 7,69	+ 7,18	+ 1,5	+12,0	730	—113	520	930	1,4	2	SSO. 1	0,97	6,0	+1,2	128,6
3	714,54	—12,82	706,80	724,93	+ 1,35	+ 0,77	— 0,5	+ 3,9	813	— 29	650	950	3,4	9	SSO. 1	0,93	...	.....	128,0
4	714,18	—13,13	711,69	718,83	— 0,54	— 1,19	— 3,5	+ 1,6	754	— 86	580	940	...	...	NNE. 1	0,38	5,0	+0,2	130,0
5	725,30	— 1,96	719,44	730,86	— 0,96	— 1,68	— 4,9	+ 0,7	694	—145	540	800	...	...	NNE. 2	0,52	5,0	+0,2	130,5
6	729,84	+ 2,63	726,96	731,90	— 4,04	— 4,84	— 9,2	— 0,5	819	— 18	700	940	...	...	SO. 1	0,88	4,0	—0,8	128,0
7	720,28	— 6,88	716,67	726,68	+ 0,98	+ 0,11	— 3,0	+ 4,5	826	— 9	690	870	0,0	...	SSO. 1	1,00	3,9	—0,9	124,0
8	721,96	— 5,15	718,51	723,98	+ 1,56	+ 0,61	— 1,2	+ 4,5	681	—153	480	830	4,1	14	variable	0,70	4,0	—0,8	125,9
9	716,40	—10,65	712,62	719,27	+ 0,31	— 0,72	— 3,0	+ 3,5	736	— 96	600	850	0,0	...	SSO. 1	0,88	4,0	—0,9	125,2
10	722,20	— 4,80	718,13	724,93	— 3,09	— 4,20	— 6,7	0,0	773	— 57	640	850	5,0	6	SSO. 1	0,75	...	.....	123,0
11	716,66	—10,28	715,20	717,75	+ 3,60	+ 2,40	— 4,3	+ 6,6	729	— 99	610	820	2,9	4	SSO. 2	1,00	4,9	0,0	121,0
12	721,59	— 5,29	717,97	725,16	— 1,63	— 2,91	— 5,7	0,0	699	—127	530	810	4,1	6	NNE. 2	0,73	4,0	—0,9	122,0
13	727,84	+ 1,02	724,71	732,25	— 6,41	— 7,78	— 8,7	— 4,2	647	—177	480	820	...	...	NNE. 3	0,25	1,5	—3,4	128,0
14	726,91	+ 0,15	718,73	732,20	— 5,06	— 6,52	—12,5	+ 3,5	840	+ 18	680	950	...	...	SSO. 1	1,00	3,0	—2,0	123,0
15	719,93	— 6,77	715,88	724,60	+ 3,14	+ 1,59	— 1,3	+ 6,5	861	+ 41	700	1000	29,4	17	variable	0,97	4,0	—1,0	124,0
16	732,21	+ 5,57	725,47	734,46	+ 1,35	— 0,29	— 1,8	+ 5,2	698	—120	460	880	24,6	17	S. 1	0,48	4,5	—0,5	123,5
17	735,09	+ 8,51	733,47	737,58	+ 3,56	+ 1,82	— 1,6	+10,7	724	— 92	510	820	0,0	...	variable	0,87	...	.....	122,0
18	738,49	+11,97	737,27	739,37	+ 4,60	+ 2,77	— 0,2	+ 9,0	751	— 63	540	930	...	...	variable	0,37	5,0	0,0	122,2
19	737,65	+11,19	734,52	739,44	+ 3,50	+ 1,57	— 2,0	+ 9,9	799	— 13	630	940	...	...	variable	0,67	5,0	—0,1	120,5
20	729,11	+ 2,72	721,69	734,96	+ 4,17	+ 2,14	+ 2,0	+ 6,7	817	+ 7	710	970	...	...	SSO. 1	1,00	5,3	+0,2	122,0
21	721,37	— 4,96	719,46	723,74	+ 1,54	— 0,59	— 0,6	+ 4,0	771	— 36	520	1000	5,6	6	NE. 1	0,68	5,5	+0,4	121,7
22	723,25	— 3,02	721,89	724,61	— 1,69	— 3,92	— 5,3	+ 0,5	714	— 91	640	870	0,0	...	N. 1	0,43	4,8	—0,4	119,0
23	721,27	— 4,93	720,45	722,85	— 4,14	— 6,47	— 6,0	— 2,3	747	— 56	610	840	1,0	1	NNE. 2	0,58	4,4	—0,8	121,0
24	723,77	— 2,37	723,03	724,35	— 3,74	— 6,18	— 7,0	0,0	674	—126	510	730	0,3	2	variable	0,55	...	.....	119,0
25	722,78	— 3,30	721,33	724,74	— 2,90	— 5,44	— 6,3	+ 2,0	733	— 65	560	830	...	...	variable	0,93	4,4	—0,9	117,8
26	718,44	— 7,57	715,55	721,29	— 2,96	— 5,61	— 8,0	+ 0,5	730	— 66	580	840	...	...	variable	0,22	4,2	—1,1	114,0
27	713,02	—12,93	711,91	715,39	— 1,91	— 4,67	— 4,8	— 0,3	844	+ 51	800	920	3,9	8	variable	1,00	4,4	—0,9	111,6
28	715,78	—10,11	713,53	719,30	— 0,34	— 3,21	— 2,2	+ 2,0	806	+ 15	720	870	2,2	4	SSO. 1	0,95	4,5	—0,9	110,3
Mois	723,69	— 3,45			+ 0,19	— 1,41			759	— 60						0,74	4,45	—0,51	122,64

MOYENNES DU MOIS DE FÉVRIER 1889.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	1 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	722.57	722 15	722.36	722 33	721,31	720.82	721.37	721.55
2e »	728.24	727.94	728.57	729.31	728.72	728.39	728,61	728,61
3e »	720,66	719,94	719,66	720,04	719,80	719,58	719,89	720.10
Mois	724 05	723,59	723,81	724.17	723,52	723,17	723,53	723,66
Température.								
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 0,90	+ 0.57	— 0,01	+ 1,22	+ 2,68	+ 2,11	+ 0.85	+ 0,12
2e »	+ 0.25	— 0,65	— 0.79	+ 1,30	+ 3.36	+ 3,14	+ 1,60	+ 0.45
3e »	— 2,51	— 3.05	— 3,55	— 1,75	— 0,46	— 0.44	— 1,67	— 2,72
Mois	— 0,31	— 0,90	— 1,30	+ 0,40	+ 2 03	+ 1,75	+ 0,40	— 0,58
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	816	829	808	746	695	683	766	783
2e »	790	836	831	692	639	664	767	833
3e »	779	817	830	770	683	680	717	743
Mois	796	828	823	734	671	675	752	789

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre
	0	0	0		mm	cm
1re décade	— 2,66	+ 4,15	+ 4,69	0,80	17,4	127,12
2e »	— 3,61	+ 5,39	+ 4.13	0,73	63.7	122.82
3e »	— 5.03	+ 0,80	+ 4,60	0,67	7,4	116,80
Mois	— 3,68	+ 3.64	+ 4,45	0,74	88.5	122,64

Dans ce mois l'air a été calme 1,8 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,20 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 42°4, O. et son intensité est égale à 13,8 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE FÉVRIER 1889.

Le 1er, très forte bise jusqu'à 1 h. du soir ; brouillard jusqu'à 4 h. soir.
2, neige jusqu'à 7 h. matin et depuis 1 h. du soir; brouillard à 10 h. du matin ; forte bise depuis 7 h. du soir.
3, neige depuis 1 h. soir; fort vent de 1 h. à 4 h. soir ; forte bise depuis 10 h. soir.
4, neige dans la nuit; forte bise de 10 h. matin à 1 h. soir; brouillard à 4 h. soir.
5, brouillard depuis 10 h. du matin.
6, forte bise jusqn'à 1 h. soir et depuis 7 h. soir.
7, neige jusqu'à 7 h. matin, de 1 h. à 4 h. soir: et depuis 10 h. soir.
8, brouillard jusqu'à 7 h. matin.
9, neige par une violente bise pendant tout le jour ; la neige à été emportée et n'a pu être recueillie au pluviomètre.
10, brouillard jusqu'à 10 h. matin; forte bise à 4 h. soir; neige depuis 10 h. soir. Le brusque réchauffement de température signalé à l'Observatoire de Genève au commencement de la journée du 11 semble s'être fait sentir quelques heures auparavant au Saint-Bernard ; depuis 7 h. du soir la température remonte de — 16°,0 à — 8°,5 à 10 du soir.
11, neige pendant tout le jour; forte bise jusqu'à 1 h. soir.
12, neige dans la nuit: brouillard par une forte bise depuis 10 h. matin.
13, brouillard à 4 h. du soir.
14, forte bise jusqu'à 1 h. du soir; neige depuis 10 h. matin.
15, neige par une très forte bise pendant tout le jour.
16, forte bise jusqu'à 7 h. matin, à 1 h. soir et depuis 10 h. soir; brouillard jusqu'à 10 h. matin.
17, brouillard à 1 h. soir.
18, brouillard de 1 h. à 4 h. du soir.
19, forte bise depuis 7 h. du soir.
20, neige par une très forte bise pendant tout le jour; elle est emportée et sa hauteur ne peut être mesurée.
21, violente bise tout le jour; neige jusqu'à 1 h. soir ; elle est emportée par la bise ; brouillard depuis 4 h. du soir.
22, neige jusqu'à 7 h. du matin ; très forte bise jusqu'à 7 h. du soir.
27, légère neige à 7 h. du matin.
28, légère neige à 7 h. matin et à 4 h. soir; brouillard depuis 7 h. soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 6 à 11 h. matin	559,82	Le 3 à 6 h. soir	544,60
8 à 11 h. matin	556,20	7 à 5 h. soir	552,75
10 à 6 h. soir	553,43	9 à 2 h. soir	545,20
14 à 8 h. matin	559,80	11 à 10 h. matin	550,83
18 à 11 h. soir	573,15	15 à 5 h. soir	551,30
22 à 2 h. matin	552,86	21 à 9 h. matin	551,10
24 à 9 h. soir	553,70	23 à 7 h. matin	549,67
		28 à 6 h. matin	548,09

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum. observé au barographe	Baromètre. Maximum. observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum absolu.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	millim.	millim	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim			
1	564,76	+ 4.31	564,15	565,15	— 1,63	+ 7,44	— 3.5	+ 0.7	.....	.....	....	NE. 2	0,90
2	559,51	— 0.91	555,66	563.97	— 5,51	+ 3,55	—13,6	0,0	60	14,4	....	NE. 1	1,00
3	548,89	—11,49	544,60	555,12	—13,11	— 4,06	—17,5	—10,0	200	12,2	....	NE. 1	0,93
4	546,87	—13,47	545,08	550,35	—15,76	— 6,72	—20,0	—13,8	40	4,0	....	NE. 1	0,97
5	555,18	— 5,12	550,77	559,20	—17,70	— 8 67	—20,3	—14,0	.....	.....	....	NE. 1	0,18
6	558·90	— 1,37	557,80	559,82	—14,46	— 5,44	—19,4	—10,7	.....	.....	....	NE. 2	0,40
7	554.73	— 5.50	552,75	557,96	— 7,90	+ 1,11	—12,8	— 4,0	140	15,0	....	SO. 1	0,87
8	554,80	— 5,40	553,40	556,20	— 9,05	— 0,06	—12,5	— 6,2	.....	.....	....	NE. 1	0.35
9	547,50	—12,67	545.20	552,75	—16,48	— 7,51	—20,5	— 7,4	.....	.....	....	NE. 3	1,00
10	551,85	— 8 29	548.30	553,43	—16 35	— 7,40	—20,6	— 6,2	.....	.....	....	NE. 1	0,77
11	551,41	— 8.69	550,83	552,70	—11,05	— 2,12	—11,8	— 9,4	140	7,6	....	NE. 2	1,00
12	551,36	— 8,71	550,90	551,95	—17 60	— 8,69	—23,2	—14,9	200	11,8	....	NE. 2	0,90
13	554,23	— 5,81	551,50	558,90	—20,81	—11,93	—22,6	—17,9	.....	.....	....	NE. 1	0,22
14	558,74	— 1,27	555,80	559,80	— 7,60	+ 1,25	—19,8	— 5,2	200	12,5	....	NE. 2	0,95
15	553,18	— 6,80	551,30	555,08	—10,88	— 2,06	—16,2	— 5,4	310	23,0	....	NE. 3	1,00
16	561,56	+ 1,61	554,90	564,90	—13,83	— 5,04	—16,0	—11,8	.....	.....	....	NE. 2	0,33
17	566 67	+ 6,75	565,02	569,90	— 6,53	+ 2,23	—12,0	— 4,2	.....	.....	....	NE. 1	0,68
18	571,53	+11,64	569,98	573,15	— 3,48	+ 5,25	— 5,6	— 0,3	.....	.....	....	NE. 1	0,43
19	571,74	+11,87	568.98	573,12	— 1,33	+ 7,36	— 2,6	+ 0.8	.....	.....	....	NE. 1	0,17
20	561,25	+ 1,40	553,27	568.58	— 6,75	+ 1,90	— 9·8	— 1,5	.....	.....	....	NE. 2	1,00
21	552,01	— 7.82	551,10	553,70	—14,81	— 6,20	—17,8	— 8,5	.....	.....	....	NE. 3	1.00
22	551,86	— 7,95	551,33	552,86	—19,21	—10,64	—22,6	—17,1	.....	.....	....	NE. 2	0,43
23	550,41	— 9,38	549 67	551.58	—19,61	—11,08	—22,8	—15,4	.....	.....	....	NE. 1	0,30
24	552,54	— 7,23	551,75	553,70	—17,95	— 9,46	—22,8	—15,0	.....	.....	....	NE. 1	0,30
25	552,76	— 6.99	552,40	553.53	—13,06	— 4.62	—18.2	— 8,8	.....	.....	....	NE. 1	0,50
26	551,02	— 8,71	550,00	552,35	—12,15	— 3,76	—15,6	— 7,1	.....	.....	....	SO. 1	0,05
27	548,97	—10,74	548,55	549.95	—10,68	— 2,34	—13,6	— 7,8	.....	.....	....	SO. 1	0,67
28	548,94	—10,76	548,09	550 22	—12,45	— 4,16	—18,1	— 6,5	.....	.....	....	NE. 1	0,75
Mois.	555,47	— 4,77			—12,06	— 3,45							0,64

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — FÉVRIER 1889.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	555,08	554,69	554,26	554,60	554,12	553,71	553,94	553,99
2e » ...	560,08	559,79	560,05	560,54	560,26	560,21	560,35	560,05
3e » ...	551,61	550,95	550,76	550,83	550,96	550,93	551,21	551,27
Mois	555,87	555,45	555,33	555,64	555,41	555,24	555,45	555,38

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	−13,09	−11,65	− 9,85	−11,03	−11,83	−11,64
2e » ...	−10,30	− 9,29	− 8,52	− 9,48	−10,35	−10,29
3e » ...	−15,50	−13,09	−12,51	−14,74	−15,67	−16,75
Mois	−12,78	−11,22	−10,14	−11,54	−12,40	−12,62

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade...	− 16,07	− 7,16	0,74	45,6	440
2e » ...	− 13,96	− 6,98	0,67	54,9	850
3e » ...	− 18,94	−10,77	0,50	—	—
Mois	− 16,14	− 8,13	0,64	100,5	1290

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 13,76 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 129.2 sur 100.

RECHERCHES

SUR LES

ONDULATIONS ÉLECTRIQUES

PAR

M. H. HERTZ

Professeur à l'Université de Bonn.

(Note communiquée par l'auteur.) [1]

Depuis que Maxwell a publié en 1865 sa théorie des phénomènes électro-dynamiques, celle-ci a attiré de plus en plus l'attention des physiciens. A ne considérer que

[1] Les travaux de M. Hertz, qui établissent une si remarquable analogie entre l'électricité et la lumière, qui ouvrent un champ si nouveau à la science et constituent par là une des contributions les plus importantes de la physique moderne, ont excité au plus haut point, comme ils le méritaient, l'intérêt du monde savant, au fur et à mesure de leur publication.

Le développement successif de ce grand sujet est disséminé dans une série de communications à l'*Académie de Berlin* et de mémoires insérés dans les *Annales de Wiedemann.* La Rédaction des *Archives* a demandé à M. Hertz de bien vouloir résumer pour elles, dans un mémoire d'ensemble, la série de ses belles recherches. Ce savant a bien voulu accéder de la manière la plus aimable à notre désir, et nous sommes heureux de pouvoir donner aujourd'hui à nos lecteurs l'exposé, fait par l'auteur lui-même, de l'importante découverte dont il vient d'enrichir la science. *(Réd.)*

les phénomènes électriques, cette théorie ne présentait peut-être pas un avantage essentiel sur celles qui avaient été énoncées auparavant; sa véritable supériorité consistait en ce qu'elle embrassait du même coup l'optique et que, des propriétés d'un seul et même milieu, l'éther, elle déduisait en même temps les lois de la lumière et les lois de l'électricité. Mais cette théorie correspond-elle bien à la réalité ou bien n'est-elle qu'une hypothèse de génie? Plus on l'approfondissait, plus on contrôlait ses conséquences, plus la première alternative gagnait en vraisemblance; une preuve directe déduite d'expériences sûres manquait cependant encore.

La cause de ce manque de preuve expérimentale résidait dans l'énorme vitesse que possède la lumière et que tout portait à attribuer aussi à la propagation des actions électriques. Ces actions ne sont appréciables qu'à quelques mètres de distance des conducteurs dont elles émanent. Le temps qu'elles mettent à franchir de pareils intervalles n'est que de quelques cent millionièmes de seconde. Quels que fussent les procédés mécaniques qu'on employât pour fermer et ouvrir des courants, pour aimanter et désaimanter des aimants, pour charger et décharger des bouteilles de Leyde, il paraissait impossible de réaliser ces phénomènes dans des conditions qui permissent de suivre les phases de leur production pendant un temps aussi court que le cent millionième de seconde.

J'ai remarqué qu'il existe un moyen très simple de fermer complètement un circuit complètement ouvert dans un temps plus court même que la millième partie d'un millionième de seconde. Ce moyen c'est l'étincelle électrique elle-même, produite dans des circonstances spéciales. En l'employant, je pus exciter, dans des conducteurs,

des vibrations électriques assez rapides pour en tirer une preuve des hypothèses de Maxwell. Ces hypothèses se trouvèrent pleinement confirmées. Je vais donner ici une description abrégée des expériences que j'ai instituées pour cette étude[1].

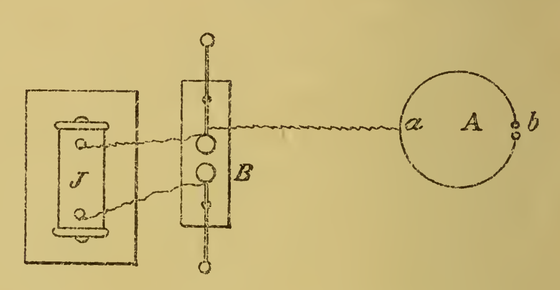
I. L'étincelle excitatrice.

Prenons un appareil d'induction capable de donner des étincelles de 8 à 12^{cm} de longueur et faisons jaillir les décharges qui en proviennent entre les pôles d'un excitateur séparés par un intervalle de 1^{cm} environ. Si nous prenons comme pôles deux pointes ou une pointe et une boule, les étincelles auront un éclat mat bleuâtre ou rougeâtre et leur son sera sourd et faible. Mais si nous prenons comme pôles deux surfaces sphériques bien polies, les étincelles seront d'un éclat blanc éblouissant, produisant un bruit sec, comparable à celui d'une explosion. Si l'on examine l'étincelle dans le miroir tournant, on voit que l'étincelle blanche ne se produit que dans le premier instant de la décharge et ne dure qu'un temps très court. On augmente l'intensité de cette étincelle blanche en mettant en communication avec les pôles de l'excitateur des masses métalliques considérables, bonnes conductrices. En fait cette étincelle blanche provient de la décharge des surfaces métalliques les plus rapprochées des pôles, et pas de la décharge proprement dite de l'appareil. Or cette étincelle blanche se développe dans un temps dont la durée est presque infiniment petite.

[1] Pour la description détaillée de ces expériences voir *Annales de Wiedemann*, tomes XXXI, XXXIV et XXXVI.

Pour le prouver, nous établissons un circuit A formé, comme on le voit dans la fig. 1, d'un excitateur micrométrique *b* et d'un fil conducteur circulaire. Nous re-

Fig. 1.



lions le point de ce cercle qui est opposé à l'excitateur, soit *a*, avec l'un des pôles de l'excitateur B. Il ne se produit point alors d'étincelle en *b*. C'était à prévoir, mais ce qui ne l'était pas, c'est que l'on obtient au contraire des étincelles en *b* si l'on déplace le point de contact du fil de communication de quelques centimètres de part ou d'autre du point *a*. Et pourtant c'est ce qui se produit. Ces étincelles secondaires proviennent des différences de temps nécessaires aux ondes électriques partant de *a* par les deux chemins différents pour arriver en *b*. Mais on sait que les mouvements électriques dans les fils métalliques arrivent à parcourir 20 à 30^{cm} dans la millième partie d'un millionième de seconde. Ainsi donc la différence de marche doit être de l'ordre d'un intervalle de temps aussi court et les changements que la décharge provoque dans les conditions électriques du système doivent se produire dans un intervalle de temps du même ordre aussi.

On peut répéter ces expériences de différentes manières, en introduisant dans les deux branches que l'onde électrique a à parcourir des fils conducteurs de différentes épaisseurs, de différents métaux, de différentes formes, en spirales, en zigzags, etc.

Cette disposition, qu'on peut considérer comme une forme nouvelle de balance électrique, permet de comparer la vitesse dans ces différents conducteurs et on peut sans peine en déduire une série de résultats intéressants.

Je dois remarquer ici que ces phénomènes ont déjà été découverts il y a dix-neuf ans par M. von Bezold, qui en a en même temps donné une interprétation absolument juste. M. von Bezold les a décrits dans le tome CLX des *Annales de Poggendorff*, mais personne ne paraît avoir compris alors l'importance de ces recherches; moi-même je les ignorais lorsque j'ai pour la première fois observé ces phénomènes. M. von Bezold avait déjà trouvé, et je l'ai reconnu après lui, que la vitesse des ondes ne dépend absolument pas de la nature ou de la résistance du fil, lorsque celui-ci est un bon conducteur. Des fils droits de cuivre, de fer, de maillechort, d'épaisseurs les plus différentes, se font équilibre, de même aussi une colonne d'un liquide bon conducteur fait équilibre à un fil métallique.

Comme les phénomènes dépendent de la forme spéciale qu'affecte l'étincelle dans le tout premier moment, il n'est pas surprenant que des circonstances accessoires très insignifiantes agissent sur eux. Voici par exemple une action très singulière que j'ai observée : Étant donné une étincelle brillante, accompagnée de décharges secondaires intenses, si l'on allume, dans le voisinage de l'étincelle, un fil de magnésium ou que l'on projette sur elle la lumière d'une lampe électrique, son éclat disparaît, le son qu'elle

produit devient sourd et les décharges secondaires qui l'accompagnaient cessent presque complètement. Il y a là une action très remarquable de la lumière ultra-violette sur la décharge électrique, action qui s'est tout d'abord révélée dans ces conditions et qui a été étudiée depuis lors par divers observateurs, sans que l'on pût dire que la véritable nature de ce phénomène ait été reconnue jusqu'à présent.

II. Production des oscillations régulières.

Prenons maintenant deux sphères métalliques de 30 centimètres de diamètre ou encore deux plaques de métal, carrées, de 40 centimètres de côté et relions-les par un fil métallique droit d'un mètre de longueur. Supposons qu'une de ces deux sphères soit chargée d'électricité positive, l'autre d'électricité négative et que les forces qui séparent ces deux électricités cessent subitement d'agir. Les deux électricités se combineront, mais le courant ainsi développé se prolongera au delà de cette combinaison même, et créera sur les deux sphères des charges inverses de celles qu'elles présentaient d'abord ; celles-ci provoqueront une nouvelle décharge, ainsi de suite, et il se produira de la sorte une série d'oscillations entre les deux sphères. Du reste, nous venons de parler l'ancien langage ; avec Faraday et Maxwell nous dirions plutôt que l'état électrique de l'éther qui enveloppe les conducteurs subit des modifications alternatives.

D'ailleurs, de quelque manière qu'on interprète le phénomène, ce qui est certain c'est qu'il se produit un mouvement de va et vient dans les conditions électriques du

système et que la disposition envisagée constitue une sorte de diapason électrique.

La théorie conduit d'une manière parfaitement sûre à cette conception et elle permet en outre d'évaluer avec une certaine approximation la durée d'oscillation de ce diapason à un cent millionième de seconde.

Mais pour qu'un semblable diapason vibre, il faut que l'action excitatrice se produise ou cesse d'une manière suffisamment instantanée, c'est-à-dire dans un temps qui soit du même ordre que la durée d'oscillation. Il n'est pas possible de réaliser des changements aussi brusques par des procédés mécaniques, mais l'étincelle électrique sous la forme spéciale que nous avons décrite nous en donne le moyen. Nous coupons le fil de communication en son milieu, adaptons à chacun des deux bouts ainsi séparés une boule de métal poli de 4 centimètres de diamètre et relions ces deux boules avec les deux pôles d'une machine d'induction; à chaque décharge se produisent alors les oscillations de notre diapason que nous désignerons dans la suite sous le nom de *conducteur primaire*. On serait tenté de croire qu'on pourrait employer à la place d'un appareil d'induction une machine électrique ordinaire, mais dans ce cas on n'obtient qu'une action excessivement faible et la machine d'induction paraît indispensable pour ces expériences.

Pour rendre sensible dans l'espace environnant les oscillations dont nous nous occupons, nous avons recours à l'induction qu'elles produisent dans un autre conducteur. Comme tel nous prenons un fil de cuivre recourbé en un cercle de 75 centimètres de diamètre, lequel présente une interruption qu'on peut réduire, à l'aide d'une vis micrométrique, à un tout petit intervalle. Si nous dis-

posons ce fil, que nous appellerons le *conducteur secondaire,* dans le voisinage du conducteur primaire, il s'y produira des décharges correspondantes à celles du conducteur primaire. La longueur des étincelles secondaires varie. Dans certaines positions favorables, elle va jusqu'à 7 et 8 millimètres, car, grâce à la promptitude des mouvements électriques, leur force inductrice est très grande. Dans d'autres positions, l'étincelle secondaire disparaît au contraire complètement.

Au début je fus fort surpris de voir qu'à une distance de un à deux mètres du conducteur primaire il se produisait encore des étincelles très marquées dans le conducteur secondaire ; mon étonnement ne fut pas moindre lorsque je réussis, dans une grande salle, à obtenir des étincelles à 15 mètres de distance. Il est vrai qu'à de si grandes distances les étincelles deviennent très petites, aussi faut-il faire ces expériences dans l'obscurité.

Les circonstances qui déterminent la production d'étincelles fortes ou d'étincelles faibles dans le conducteur secondaire ou même les font complètement disparaître sont, d'une manière générale, assez compliquées ; mais les expériences les plus simples donnent immédiatement ici des résultats instructifs. C'est ainsi qu'à un premier essai l'on reconnaît que l'action se produit surtout dans les régions situées latéralement à l'oscillation primaire ; à de grandes distances on ne peut pas obtenir d'étincelles dans le prolongement des oscillations. D'après la loi de Weber, l'action inductrice d'un courant variable devrait se faire sentir surtout dans le prolongement de ce courant. Nous serions donc fondés à douter de l'exactitude de cette loi. On sait en outre que l'intensité de l'induction et l'attraction électro-dynamique sont telle-

ment liées ensemble, que là où l'une de ces actions est nulle, il en doit être de même de l'autre. Un élément de courant rectiligne ne saurait donc point exercer d'attraction électro-dynamique dans son propre prolongement. Une expérience célèbre d'Ampère avait pour but de démontrer le contraire. On a reconnu depuis longtemps qu'elle n'est pas probante, mais on voit par ce qui précède que le fait même qu'elle devait établir n'est pas conforme à la réalité.

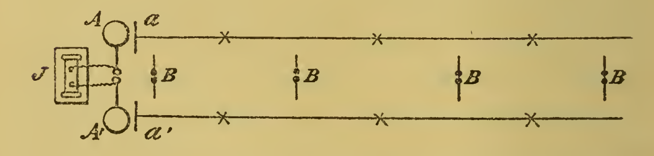
Les étincelles du conducteur secondaire nous démontrent l'existence, dans le conducteur primaire, de mouvements électriques très intenses. Or nous pouvons donner des preuves que ces mouvements affectent la forme d'ondulations régulières.

Une première preuve réside dans les phénomènes de résonance qui les accompagnent. Si nous prenons une série de conducteurs secondaires circulaires de grandeur croissante depuis des diamètres très petits jusqu'à des diamètres très grands et que nous les amenions successivement dans une position identique, particulièrement favorable, par rapport au courant primaire, nous ne verrons se produire d'abord que de très petites étincelles. Ce n'est que lorsque nous arriverons à des conducteurs circulaires de 75 centimètres que nous obtiendrons des étincelles de plusieurs millimètres. Dans des cercles plus grands nous aurons encore des étincelles très petites. Mais si nous réduisons de moitié les dimensions du conducteur primaire, l'action sur des cercles de 75 centimètres devient plus faible et les plus grandes étincelles se produisent alors avec des cercles de 38 centimètres. Nous pouvons changer de diverses manières la durée d'oscillation des deux conducteurs, en variant les dimensions des boules fixées

à leurs extrémités, en introduisant des spirales, etc., etc., il n'en existe pas moins toujours un rapport entre les dimensions des conducteurs primaire et secondaire pour lequel leur action réciproque atteint son maximum. Or il est difficile de ne pas voir là un phénomène analogue aux phénomènes de résonance. Il est clair que nous tirerons parti de cette circonstance pour le mieux de nos expériences en choisissant un conducteur secondaire qui soit *à l'unisson* du conducteur primaire. C'est pour cette raison que nous avons donné à notre conducteur secondaire une grandeur déterminée, choisie à la suite de tâtonnements préalables.

Nous pourrions donner encore d'autres preuves analogues en faveur d'ondulations régulières. Mais nous voulons donner sans plus tarder un exemple absolument probant. Nous disposons notre conducteur primaire horizontalement comme l'indique la fig. 2 en A A' ; devant

Fig. 2.



ces deux sphères nous plaçons deux plaques métalliques *a a'*, desquelles partent normalement deux fils qui se prolongent parallèlement sur une longueur de dix à vingt mètres. Puis nous nous plaçons dans l'intervalle de ces deux fils en tenant notre circuit secondaire B de telle sorte que son plan soit perpendiculaire aux deux fils et que son interruption se trouve à la partie supérieure. Partant de l'extrémité la plus éloignée des fils, nous

observons d'abord des étincelles de quelques millimètres de longueur. En nous rapprochant du conducteur primaire nous voyons ensuite les étincelles diminuer, puis disparaître tout à fait à la distance de $1^m,5$ de l'extrémité. Les étincelles reparaissent très vives à une distance de 3^m, disparaissent de nouveau à $4^m,5$ et le phénomène se reproduit périodiquement à intervalles égaux. Évidemment les ondes qui naissent dans le conducteur primaire se propagent dans les fils jusqu'à leur extrémité où elles sont réfléchies et les ondes réfléchies produisent par interférence avec les ondes directes un système d'oscillations fixes. Pour que les nœuds, qui dans la figure sont indiqués par de petites croix, soient bien nets, il faut que la longueur des fils soit dans un rapport donné avec la longueur d'onde ; par tâtonnements on trouve facilement une longueur convenable.

Dans la disposition que nous avons décrite, l'extrémité libre des fils correspondait à un ventre de vibrations. Il suffit de réunir ces deux extrémités pour y substituer un nœud ; dans ce dernier cas les autres nœuds se trouvent à 3, 6, 9 mètres de distance de l'extrémité des fils. On peut varier beaucoup cette expérience en plaçant différemment le conducteur secondaire, le résultat est toujours le même pour ce qui est de la longueur d'onde. Nous pouvons donc être assurés que notre conducteur primaire est réellement le siège d'oscillations isochrones et émet des ondes régulières.

III. Action électrodynamique des corps isolants.

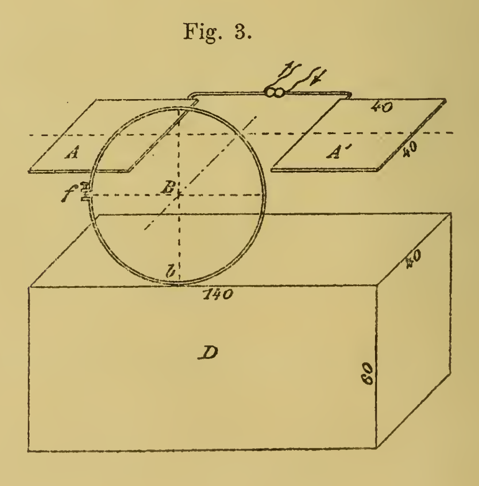
On a cru longtemps que les corps isolants n'exerçaient aucune influence sur la propagation des forces élec-

triques, qu'ils laissaient passer celles-ci sans leur faire subir aucune modification ; Faraday a démontré que cette manière de voir est erronée et qu'une force électrique agissant sur un corps isolant produit dans celui-ci une sorte de polarisation qui exerce une influence marquée sur les actions électrostatiques. Maxwell alla plus loin et affirma que cette polarisation peut exercer aussi une action électro-dynamique, que chaque changement qu'elle subit est équivalent à un courant et capable de produire une force d'induction. Bien que cette hypothèse constitue une des bases importantes du système de Maxwell elle n'avait pas encore été confirmée d'une manière certaine par l'expérience et il est permis de douter qu'une pareille confirmation fût possible par les moyens ordinaires.

Nos vibrations électriques procurent en revanche ici un moyen facile de vérification.

La fig. 3 donne un diagramme de l'expérience :

Fig. 3.



A A′ est de nouveau le conducteur primaire; nous plaçons le circuit secondaire B dans la position qu'indique la figure, c'est-à-dire de façon à ce que son interruption se trouve dans le plan des lames A A′. Quand même il se trouve ainsi très près du conducteur primaire, il ne peut point se produire d'étincelle entre ses deux pôles, parce que l'action sur sa moitié supérieure contrebalance exactement l'action sur sa moitié inférieure. Mais ainsi placé il est très sensible au moindre changement dans son voisinage. Si on dispose par terre, sous l'appareil, une tige de fer ou une feuille de zinc, on voit immédiatement apparaître de toutes petites étincelles. Celles-ci sont l'effet des courants que produisent les oscillations du conducteur primaire dans ces deux masses métalliques. Le corps de l'observateur même ne laisse pas d'exercer une certaine influence et il faut à cet égard prendre quelques précautions pour ne pas être induit en erreur.

Mais au lieu de nous borner aux corps conducteurs, nous pouvons étendre nos expériences aux corps isolants. Je fis confectionner un gros bloc d'asphalte de $1^m,40$ de longueur, $0^m,40$ d'épaisseur et $0^m,60$ de hauteur qui est représenté dans la figure en D. Je le plaçai sous l'appareil, disposé comme je viens de le dire, et fus fort satisfait de constater alors l'apparition d'étincelles très nettes. Je remplaçai le bloc d'asphalte par un semblable de résine, de papier, etc., le résultat fut le même. On pourrait objecter que la cause des étincelles était de nature électrostatique ; mais cela n'est pas possible, car les lignes de force électrostatique marchent dans l'isolateur de la plaque A à la plaque A′ et ne sortent pas de l'isolateur. D'ailleurs cette objection est contredite par plusieurs particularités du phénomène pour la description desquelles je

dois renvoyer à mes mémoires détaillés et desquelles il résulte que les mouvements excités dans l'isolateur se comportent exactement comme ceux qui se produiraient dans un conducteur, abstraction faite de la quantité. Du reste il est à noter qu'on peut contrebalancer l'action de l'isolateur en approchant du côté opposé, dans ce cas au-dessus de l'excitateur primaire, un conducteur de dimensions analogues.

Si l'on réduit les dimensions de l'appareil de moitié, les étincelles deviennent beaucoup plus petites et ne sont plus si faciles à observer qu'auparavant. Mais à part cela le résultat reste le même et l'on a l'avantage de pouvoir opérer avec des substances pures dont le prix rendrait la confection de gros blocs trop coûteuse. De cette façon j'ai pu opérer sur des corps isolants très différents, entre autres le soufre, la parafine et un corps isolant liquide, le pétrole; tous me donnèrent le même résultat. Tels corps présentant une forte constante de diélectricité donnent un effet plus marqué; cependant les expériences ne sont pas propres à donner une évaluation quantitative de la constante de diélectricité.

IV. Vitesse finie de la propagation danr l'air.

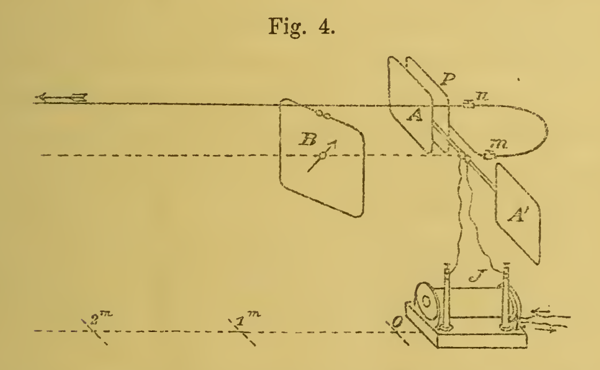
Étant admis que les changements de polarisation diélectrique dans les corps isolants, soufre, etc., produisent l'effet de courants, la théorie à elle seule nous autorise à admettre que l'action d'une vibration électrique se propage dans ces corps avec une vitesse finie sous forme d'une onde. Mais en est-il de même dans l'espace libre? C'est là une question d'une tout autre importance.

Je vais exposer maintenant quelles furent les premières

observations qui m'amenèrent à donner à cette question une réponse affirmative.

Nous avons dit que les effets du courant primaire transmis par l'air excitaient encore des étincelles dans le conducteur secondaire à 15 mètres de distance. Nous avons montré de même que les ondes marchant dans un fil agissaient aussi sur le conducteur secondaire. Nous pouvons donc soumettre le conducteur secondaire à ces deux sortes d'actions à la fois et rechercher si celles-ci se renforcent ou s'affaiblissent. On peut réaliser cette expérience de différentes manières; nous décrirons seulement la méthode que nous avons employée de préférence. Derrière la plaque A du conducteur primaire est fixée une plaque semblable P (fig. 4); de cette plaque partait un fil dont la

Fig. 4.



direction était perpendiculaire à la direction des oscillations et qui se prolongeait jusqu'à une grande distance (60^m), étant, à son extrémité, mis en communication avec la terre.

Sous ce fil vient alors se placer le conducteur secondaire B, ayant son interruption à sa partie supérieure, son plan vertical, et disposé de manière à pouvoir tourner

autour d'un axe vertical. Lorsque son plan est perpendiculaire au fil, celui-ci ne peut exercer aucune action sur lui. Pourtant il se produisait des étincelles qui résultaient de l'action directe des oscillations primaires. Quand, au contraire, le plan du conducteur secondaire est perpendiculaire à la direction des ondulations primaires, le fil agit seul. En réglant convenablement sa distance, on pouvait amener son action à être de même ordre que l'action directe. Entre ces deux positions du conducteur secondaire il en est deux autres dans lesquelles les deux causes agissent ensemble. Si dans l'une de ces deux positions les deux actions se renforcent l'une l'autre, elles doivent forcément s'affaiblir dans l'autre. La force des étincelles doit par conséquent être très différente dans ces deux positions, c'est, en effet, ce que l'expérience a confirmé. La différence était tantôt plus, tantôt moins marquée. Mais, en général, il était très facile de reconnaître s'il fallait tourner le cercle à droite ou à gauche pour obtenir les étincelles les plus fortes. Parfois, néanmoins, il n'y avait pas de différence appréciable. Cela devait se produire lorsque les deux actions interférant entre elles présentaient une différence de phase d'un quart de la durée d'oscillation. En effet, lorsque l'interférence ne se produisait pas, on n'avait qu'à allonger ou à raccourcir le bout de fil *mn* intercalé, pour constater immédiatement une différence dans la grandeur des étincelles.

En faisant cette expérience à une seule distance nous n'en pouvons tirer qu'une intéressante confirmation de nos idées, sans en déduire rien de nouveau. Mais elle devient très instructive si on la répète à différentes distances, en commençant par de très petites distances et la poussant

aussi loin que l'espace et la netteté des étincelles nous le permettent. Par là nous pourrons, en effet, obtenir un moyen de comparaison entre la vitesse de propagation dans l'air et la vitesse de propagation dans le fil.

Si ces deux vitesses étaient égales, les deux actions se produiraient à toutes les distances avec la même différence de phase. A toutes distances les étincelles devraient donc être plus fortes pour une rotation à droite ou pour une rotation à gauche ou égale dans les deux positions. Mais ce n'est pas le cas en réalité ; au contraire, l'interférence change de sens de distance en distance, à mesure qu'on s'éloigne.

Si, au contraire, la propagation dans l'air s'accomplissait avec une vitesse infinie, le sens de l'interférence devrait changer aussi souvent que celui du mouvement dans le fil, par conséquent à chaque demi-longueur d'onde, soit tous les trois mètres. Mais cela non plus ne correspond pas à la réalité.

L'interférence change de signe moins souvent, soit environ tous les 6 mètres. La vitesse dans l'air n'est donc pas infinie et elle n'est pas non plus égale à celle dans le fil. Des observations aussi soigneuses que possible m'amenèrent à reconnaître que la vitesse dans l'air est la plus grande des deux et que son rapport à la vitesse dans le fil est environ de 7 à 4.

Je dois avouer que les phénomènes observés dans cette expérience furent en réalité plus complexes que ne pourrait le faire supposer la description sommaire que je viens d'en donner. En fait, les interférences ne changeaient pas de signe à intervalles égaux comme si les deux vitesses avaient eu des valeurs constantes. Au contraire le changement de sens se produisait plus vite dans le voisi-

nage des oscillations primaires qu'à de plus grandes distances. Une étude approfondie des circonstances du phénomène d'après la théorie de Maxwell montre que c'est là une conséquence forcée de cette théorie même. Ne pouvant pas aborder cette étude ici, il ne nous est pas possible de tirer de nos expériences une valeur plus exacte que celle que nous venons de donner pour le rapport de ces deux vitesses.

D'après les expériences de Fizeau et Gounelle, de Siemens et d'autres, la vitesse des ondes électriques dans les fils est de l'ordre de 180 à 200 mille kilomètres à la seconde. La vitesse des ondes dans l'air serait alors du même ordre que la vitesse de la lumière; sans toutefois que nous ayons la prétention d'avoir démontré que ces deux vitesses soient absolument égales.

V. Réflexion des ondes électriques.

Si les forces électriques se propagent avec une vitesse finie, l'action d'une oscillation électrique se répand dans l'espace ambiant sous forme d'onde électrique. Nous pouvons considérer cette onde en faisant abstraction de la manière dont elle a été produite, de même que nous envisageons les ondes lumineuses sans nous inquiéter de la source dont elles proviennent. En procédant de la sorte, nous nous plaçons déjà sur le terrain de l'optique; en réalité nous nous trouvons sur un terrain commun à l'optique et à l'électricité.

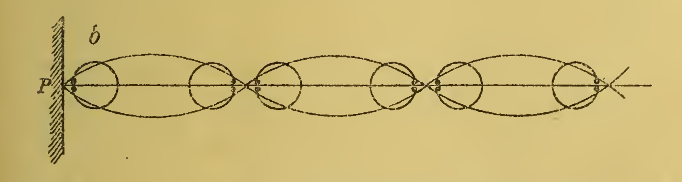
Admettons que notre onde électrique vienne frapper contre une paroi solide. Si cette paroi est formée d'un corps isolant, par exemple du bois, l'onde continue sa marche à travers elle, on obtient encore derrière elle des

étincelles dans le conducteur secondaire. Mais si la paroi est conductrice, recouverte par exemple d'une feuille de zinc, il n'y a plus aucune action perceptible derrière elle. Qu'est devenue l'onde alors? Elle a été réfléchie et les ondes réfléchies forment par leur interférence avec les ondes directes des oscillations fixes dont les ventres et les nœuds se suivent alternativement dans l'espace. C'est ce que nous voulons tout d'abord démontrer par l'expérience.

Pour cela plaçons notre conducteur primaire en face de la paroi réfléchissante, à une distance aussi grande que possible de celle-ci et transportons-nous dans le voisinage immédiat de la paroi avec notre conducteur secondaire. Nous plaçons ce dernier dans une position telle que son plan passe par la direction des oscillations primaires et nous tournons son interruption, tantôt du côté de la paroi, tantôt du côté opposé. Nous observons alors que les étincelles sont beaucoup plus fortes du côté de la paroi.

Tâchons d'expliquer cette observation. Comme la paroi elle-même est fortement conductrice, l'action électrique ne peut être que très faible dans son voisinage immédiat.

Fig. 5.



Si la force n'était pas très faible, elle donnerait lieu à des courants extraordinairement forts. Il doit donc y avoir un nœud en P dans la paroi, comme le montre la fig. 5. Mais les vibrations du conducteur secondaire *b* ne

peuvent être produites essentiellement que par des forces agissant sur la partie du cercle opposée à l'interruption. Un coup d'œil sur la figure nous montre que ces deux remarques ensemble suffisent pour expliquer la marche du phénomène dans le voisinage de la paroi. Mais évidemment le cercle doit se comporter de la même manière dans le voisinage de tout autre nœud que dans le voisinage de la paroi; les étincelles doivent être plus fortes lorsque l'interruption est tournée vers le nœud que lorsqu'elle est tournée du côté opposé, c'est-à-dire dans les positions qui sont données dans la figure. C'est bien ce que nous voyons se produire dans la réalité. En effet, si nous nous éloignons de la paroi, nous voyons d'abord disparaître la différence d'intensité des étincelles pour les deux positions opposées du cercle. Mais bientôt cette différence reparaît de nouveau, seulement en sens inverse; les étincelles sont plus faibles du côté de la paroi. Cette différence devient très accentuée pour disparaître ensuite tout à coup et reparaître presque immédiatement après, seulement alors dans le sens primitif. Nous avons passé un nœud. En mesurant la distance qui le sépare de la paroi nous avons la demi longueur d'onde. Si nous continuons à nous éloigner, nous retrouvons les mêmes effets dans le même ordre.

Avec des ondes courtes de 30 centimètres de longueur environ, je pus constater de cette façon trois nœuds successifs présentant entre eux des intervalles absolument identiques à celui qui sépare le premier nœud de la paroi. Avec de grandes ondulations de plusieurs mètres de longueur d'onde, je ne pus toutefois observer qu'un seul nœud par suite de manque de place. Mais en revanche, avec ces ondulations plus grandes, certains détails du phé-

nomène étaient mis en évidence dont l'ensemble démontrait clairement l'exactitude de notre interprétation.

Avec cette méthode pour de grandes ondulations la longueur d'onde a été trouvée plus grande dans l'air que dans des fils conducteurs, tandis que pour des ondulations courtes ces deux longueurs se sont montrées très sensiblement égales. Ce résultat est très extraordinaire ; aussi ne voulons-nous pas l'admettre encore comme bien certain, mais en renvoyons-nous la vérification à des recherches ultérieures.

Aux expériences que nous venons de décrire se rattachent comme suite logique celles dans le détail desquelles nous allons entrer maintenant et qui en sont en quelque sorte la contre-partie. Nous plaçons cette fois le conducteur primaire dans le voisinage immédiat de la paroi et le conducteur secondaire au contraire à une grande distance en avant de celle-ci. Nous laissons ce dernier en place, tandis que nous éloignons graduellement le premier de la paroi. Aussi longtemps que le conducteur primaire se trouve dans le voisinage immédiat de la paroi, le conducteur secondaire ne donne que des étincelles très faibles. Celles-ci augmentent en intensité et deviennent très fortes lorsque le conducteur primaire arrive à être à un quart de longueur d'onde de la paroi. Elles diminuent ensuite et disparaissent à peu près complètement, lorsque la distance à la paroi comporte une demi-longueur d'onde, pour croître ensuite de nouveau. Avec des ondulations courtes, je les ai vu disparaître encore une seconde fois à une distance d'une longueur d'onde entière. Nous observons également ici une interférence des ondes directes avec les ondes réfléchies par la paroi. La différence de phase des deux ondes est égale au double de l'intervalle

de la source à la paroi, augmenté d'une demi-longueur d'onde qui est perdue à la réflexion. Cela suffit pour expliquer la marche du phénomène dans notre expérience. Celle-ci est assimilable à la disposition spéciale de l'expérience des miroirs de Fresnel qu'a donnée l'anglais Lloyd. Mais si l'on admet la théorie électro-dynamique de la lumière, il ne s'agit plus uniquement ici d'une analogie, mais bien d'un phénomène identique, seulement agrandi plusieurs millions de fois.

VI. Rayons électriques.

Dans les expériences que nous venons de décrire la séparation des ondes réfléchies et des ondes directes n'avait pu encore être réalisée. On doit se demander s'il n'est pas possible de le faire et de produire ce qu'on devrait alors appeler un rayon électrique réfléchi. Je l'ai longtemps cherché en vain, parce que j'opérais avec des ondulations qui avaient plusieurs mètres de longueur. Lorsque j'eus réussi à obtenir des ondulations qui n'avaient plus que trente centimètres, je n'éprouvai plus de difficulté à obtenir avec les ondulations électriques des phénomènes absolument comparables aux phénomènes lumineux. En ce qui concerne le rapport entre la lumière et l'électricité, les expériences que nous abordons maintenant rendent presque superflues celles que nous avons décrites jusqu'ici. Celles-ci sont presque plus du domaine de l'optique que de celui de l'électricité.

L'excitateur employé ici comme source du mouvement ondulatoire est un tube de laiton de 26 centimètres de longueur et de 3 centimètres de diamètre lequel est partagé en deux pour le passage de l'étincelle excitatrice.

Le courant de décharge d'un petit appareil d'induction aboutit aux deux moitiés de cet excitateur. Pour étudier la propagation des ondes nous employons ou bien un petit cercle comme dans les expériences précédentes, de 7 1/2 centimètres de diamètre, ou plutôt pour les nouvelles expériences un fil droit d'environ un mètre de longueur partagé en deux, présentant en son milieu un excitateur de très petite dimension. Sans disposition spéciale nous ne pouvons, dans ce cas, percevoir l'action des ondulations à plus de 2 mètres de distance. Cela suffit pour déterminer la longueur d'onde d'après le procédé que nous avons décrit. Cette longueur d'onde est de 33 centimètres.

Plaçons maintenant le conducteur primaire dans la ligne focale d'un miroir concave ayant la forme d'un cylindre parabolique de deux mètres de hauteur sur un mètre d'ouverture. Cela étant, les ondulations sont concentrées et se propagent sous forme de rayons dans la direction de l'axe du miroir. Sous cette forme on peut percevoir leur action jusqu'à 10 mètres de distance. En plaçant le conducteur secondaire rectiligne dans la ligne focale d'un second miroir identique au premier qui a pour effet de concentrer les ondulations sur ce conducteur, on peut obtenir des étincelles jusqu'à 20 mètres de distance.

Le rayon électrique ainsi obtenu n'est pas arrêté par des corps non conducteurs placés sur sa route, tels qu'une paroi de bois sec par exemple. En revanche, un écran conducteur suspend sa marche et jette une ombre en arrière. Le corps humain se trouvant sur sa route arrête la production des étincelles au delà. Des corps conducteurs placés à droite et à gauche du rayon n'exercent pas, en

revanche, d'action sur lui. La propagation est donc rectiligne.

En plaçant sur le trajet du rayon un corps qui soit conducteur dans une direction, et pas dans une autre, par exemple un réseau de fils conducteurs tendus parallèlement sur un cadre à de petites distances les uns des autres, l'effet doit être différent suivant que la direction des fils conducteurs coïncide avec celle de la force électrique ou non. L'expérience confirme cette hypothèse, car aussitôt que la direction des fils est perpendiculaire à celle de la force électrique qui coïncide elle-même avec l'axe du conducteur primaire, le rayon passe librement; il est en revanche complètement arrêté dans le cas opposé. Notre réseau exerce une action analogue à celle d'une plaque de tourmaline.

Cette expérience nous montrerait aussi que les vibrations avec lesquelles nous avons affaire ici sont des vibrations transversales, si nous n'avions déjà, dès le début, acquis la certitude de ce fait. Nous pouvons avec notre réseau imiter encore une autre expérience intéressante d'optique, l'éclairement du champ obscur de deux nicols croisés par l'interposition d'une plaque de cristal. Pour cela plaçons la ligne focale du miroir primaire verticale, celle du miroir secondaire horizontale; les ondulations sont alors de nul effet sur le conducteur secondaire qui ne donne point d'étincelle. Il en est de même si nous intercalons le réseau entre les deux miroirs avec ses fils horizontaux ou verticaux; mais si nous l'intercalons avec ses fils inclinés de 45 degrés sur l'horizon, il décomposera les ondes arrivantes et en laissera passer une composante qui, inclinée de 45 degrés sur le conducteur secondaire, pourra agir sur lui et, en effet, on voit alors apparaître

les étincelles dans le conducteur secondaire. Comme cette expérience peut se faire en rapprochant beaucoup les deux miroirs l'un de l'autre, elle réussit très facilement avec une parfaite netteté et le résultat en est d'autant plus significatif qu'on est habitué à voir l'interposition d'un filet conducteur gêner ou même suspendre complètement la production d'une étincelle électrique.

Comme nous avions déjà réussi précédemment à constater la réflexion des ondulations électriques, il n'y avait plus guère de doute maintenant que nous réussirions également à obtenir une réflexion régulière du rayon électrique. Plaçons pour cela sur le trajet du rayon et dans une inclinaison quelconque avec lui une paroi plane de zinc, de 2 mètres de hauteur et 2 mètres de largeur. Cherchons la direction dans laquelle nous obtenons sur la surface métallique une image optique de l'étincelle primaire. Plaçons maintenant en ce point, au lieu de notre œil, notre second miroir concave, son ouverture tournée contre la surface du miroir. Comme les très courtes ondulations lumineuses qu'excite la lumière de l'étincelle arrivaient à notre œil, de même les ondulations électriques beaucoup plus longues arrivent maintenant à notre conducteur secondaire et y produisent des étincelles très nettes. Mais on n'observe cette action électrique que dans la direction où se propage aussi la lumière réfléchie. La réflexion du rayon électrique est donc conforme aux lois de la réflexion optique; les angles d'incidence et de réflexion sont égaux.

On peut varier l'expérience en faisant tourner la ligne focale du miroir primaire, et avec elle le plan de vibration du rayon incident, autour de la direction de ce rayon. Le plan de vibration du rayon réfléchi subit une rotation

correspondante, mais la réflexion n'en est pas changée et je n'ai pas non plus remarqué que l'intensité du rayon réfléchi dépende de l'azimut de la polarisation. Si l'on emploie comme paroi réfléchissante le réseau de fils parallèles, on obtient la réflexion de la composante du rayon qui ne peut pas traverser, de celle par conséquent pour laquelle la direction de la force électrique est parallèle à la direction des fils. Nous avons donné plus haut le réseau de fils comme l'analogue d'une plaque de tourmaline. Cette analogie n'est donc pas complète, car la plaque de tourmaline absorbe la composante qu'elle ne laisse pas passer. Je dois à M. W. König, de Leipzig, la remarque qu'une très mince lame cristalline d'iode présente une analogie optique complète avec notre réseau.

Si, d'une part, j'avais d'avance peu de doutes sur la réussite des expériences de réflexion, je n'étais pas également persuadé de pouvoir constater une réfraction du rayon électrique. Et pourtant l'expérience s'est trouvée facilement réalisable. Je fis confectionner un grand prisme en asphalte, dont l'angle réfringent avait 30 degrés, et dont les faces mesuraient $1^m,5$ de hauteur sur $1^m,2$ de largeur. Je dirigeai le rayon électrique sur l'une des faces de ce prisme, en ayant soin de disposer des écrans de chaque côté du rayon pour empêcher qu'il ne passe à côté du prisme. Il ne se produisait plus alors aucune action dans le prolongement rectiligne du rayon incident. Mais en déplaçant graduellement le miroir secondaire du côté de la base du prisme, son ouverture toujours dirigée contre celui-ci, je ne tardai pas à obtenir de nouveau des étincelles. La déviation du rayon dans le voisinage du minimum fut d'environ 22 degrés. Cela donne pour l'indice de réfraction la valeur de 1.7, un

peu supérieure à celle qui résulte des expériences optiques. Cette expérience aussi fut répétée en donnant au plan de vibration des inclinaisons différentes par rapport au plan de réfraction, et cela sans qu'il se produisît aucun changement dans le phénomène même de la réfraction.

CONCLUSIONS.

Indépendamment de toute théorie, les expériences que nous venons de décrire démontrent la possibilité de produire des ondulations transversales d'origine électrique dans tous les corps isolants, y compris les liquides. Des vibrations transversales élastiques ne sont pas possibles dans les liquides. Ce fait seul suffit à nous suggérer l'hypothèse que les ondulations lumineuses sont d'origine électrique et non pas d'origine élastique. Cette hypothèse acquiert un haut degré de vraisemblance en dehors également de toute théorie, par ce fait que nous avons pu reproduire avec des ondulations électriques les phénomènes fondamentaux des ondulations lumineuses. Mais la considération que la théorie de Maxwell a conduit déjà d'avance à reconnaître cette relation entre la lumière et l'électricité, et qu'elle l'a suivie avec succès dans beaucoup de détails, élève notre hypothèse presque au rang d'une certitude. La reconnaissance de ce fait est le principal profit que l'optique peut tirer de nos expériences. Pour ce qui concerne l'étude de l'électricité nous constatons à l'évidence la justesse du point de vue de Faraday, que les forces électriques répondent à un changement de l'état du milieu, qu'elles peuvent exister et se propager dans celui-ci indépendamment des corps électrisés dont elles émanent.

D'une manière générale il est intéressant de remarquer que des différentes *actions à distance* que la science admettait précédemment, la gravitation est désormais la seule pour laquelle on n'a pu démontrer encore qu'elle a besoin de temps pour sa propagation, la seule par conséquent que l'on puisse encore, à proprement parler, désigner comme force à distance.

Carlsruhe, mars 1889.

ÉTHERS NITREUX NOUVEAUX

PAR

M. le Dr Jacques BERTONI
de l'Université de Pavie.

Note communiquée par l'auteur.

J'ai déjà décrit dans les *Archives*[1] quelques éthers nitreux obtenus à l'aide d'un procédé nouveau et rapide qui m'a depuis parfaitement réussi dans la production d'autres éthers dont la synthèse n'avait pas encore été réalisée. La description de ces éthers peut ne pas être sans intérêt, d'autant plus que l'un d'eux est fréquemment employé avec succès en thérapeutique.

I

Éther nitreux de l'alcool éthyldiméthylcarbinolique.

C'est le second éther nitreux qu'on ait réussi à obtenir jusqu'à présent au moyen des alcools amyliques. Je l'ai préparé surtout dans le but de pouvoir fournir à la médecine un éther nitreux ayant par sa composition des propriétés physiologiques plus actives et plus constantes

[1] *Archives*, 1886, t. XV, p. 27. — *Gazzetta chimica italiana*, 1885, 1886, 1888.

que celles du nitrite d'amyle ordinaire, qui agit d'une façon irrégulière et présente dans certains cas des dangers réels.

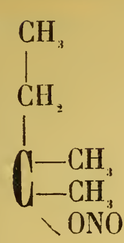
On sait que l'action des alcools sur l'organisme humain tient à leur constitution, atomicité, solubilité, point d'ébullition aussi bien qu'à leur mode d'administration, etc... Les composés du groupe amylique, comparés aux groupes homologues inférieurs et supérieurs ont une action physiologique et thérapeutique plus puissante, ce qui les caractérise pour ainsi dire spécifiquement. J'ai étudié l'éther nitreux de l'alcool éthyldiméthylcarbinolique, lequel répondait *a priori* à mon but mieux que tout autre isomère.

Les avantages de cet éther ressortent de ses propriétés ; il a une odeur d'éther légèrement camphré et répand des vapeurs non stupéfiantes ; son point d'ébullition est de 30° moins élevé que celui de l'alcool amylique ordinaire, il est plus soluble dans l'eau et facilement décomposable en eau et amylène.

L'alcool dont il dérive étant un alcool tertiaire, il ne se transforme point en aldéhyde ni en acide valérianique, en sorte que l'éther nitreux est bien défini et inaltérable [1]. Ses propriétés moins toxiques et bien distinctes de celles des autres alcools de la série normale (Dujardin-Beaumetz et Audigé) m'ont fait pressentir la valeur thérapeutique de l'éther et m'ont engagé à l'étudier.

L'éther nitreux éthyldiméthylcarbinolique répond à la formule :

[1] Le nitrile d'amyle qu'on emploie communément en médecine est toujours mélangé à d'autres substances, lesquelles altèrent profondément ses propriétés physiologiques. On ne peut guère éviter ces impuretés, car il s'altère par oxydation spontanée.



C'est un liquide mobile, d'une couleur d'ambre, d'une odeur agréable, plus léger que l'eau dans laquelle il est presque insoluble [1]. Il est très soluble dans l'alcool amylique tertiaire, dans la glycérine, l'éther, le chloroforme, la benzine, etc. Il entre en ébullition vers 92 à 93°, son poids spécifique à 0° est de 0,9033. Surchauffé, il se décompose en amylène et en vapeurs nitreuses. En effet, après plusieurs heures d'ébullition l'on voit paraître dans le tube réfrigérant des cristaux de nitrite d'amylène [2], tandis qu'il reste dans le matras une substance huileuse plus pesante que l'eau, insoluble dans celle-ci et qui entre en ébullition à une température bien plus élevée que celle du nitrite éthyldiméthylcarbinolique. Je n'ai point réussi à isoler cette huile, car il se forme en même temps des vapeurs nitreuses et il se produit une ignition de la masse

[1] Au contact de l'eau, il se décompose à la longue et totalement en alcool amylique tertiaire et en vapeurs nitreuses.

[2] En 1885, en préparant le véritable éther nitreux éthylénique, j'ai montré que les nitrites des oléfines (éthylène, amylène) n'étaient point de vrais éthers nitreux, ni des nitrodérivés. J'ai émis l'hypothèse qu'on pourrait représenter leurs molécules par

$$R \begin{cases} —NO \\ —ONO_2 \end{cases}$$

Récemment, O. Wallach (*Berl. Ber.*, 1887, refer. 630, et 1889, refer. 16) a proposé de les appeler nitrosates. Je reprendrai mes recherches pour éclaircir ou résoudre ce point.

entière accompagnée parfois d'une détonation, après distillation des deux tiers du nitrite.

La conservation de l'éther est fort importante. Le sel de Seignette ne suffit guère à rendre inaltérables les nitrites alcooliques. Mon éther a l'avantage, si on le compare à d'autres, de se conserver plus longtemps intact. Cependant il faut avoir soin qu'il soit toujours bien sec, car s'il renferme des traces d'eau, il se décompose en alcool amylique tertiaire et en acide nitreux et celui-ci donne de l'acide nitrique, de l'anhydride azoteux et du bioxyde d'azote. Les gaz formés ne l'oxydent pas, mais s'y dissolvent et le colorent avec une teinte variant du vert d'herbe en bleu azur, suivant le degré de décomposition. Cette propriété n'est point partagée par les autres éthers nitreux ordinaires, à l'exception des glycoliques, lesquels se décomposent sans se colorer, car les vapeurs nitreuses les oxydent, aussitôt qu'elles se forment.

Il est évident que la coloration verte sera fort utile aux médecins et aux pharmaciens pour distinguer l'éther nitreux éthyldiméthylcarbinolique altéré. L'éther pur aura toujours une couleur paille.

On peut le garder intact pendant des années en ayant soin de lui ajouter un peu de nitrate de calcium anhydre. J'ai dit que l'éther éthyldiméthylcarbinolique est très soluble dans la glycérine. Au premier moment l'éther semble insoluble, car, en l'agitant puis laissant reposer, on voit après quelque temps se former deux couches. Il faut agiter jusqu'à émulsion; quelques minutes après, le mélange d'abord opaque devient limpide et homogène, ce qui indique une dissolution réciproque et le nitrite n'est pas décomposé; en effet, si l'on traite par l'eau, l'éther nitreux se sépare. On favorise la dissolution par

l'immersion dans l'eau tiède de l'éprouvette contenant la glycérine et l'éther nitreux. On peut ainsi avoir en peu d'instants une solution glycérique, ce qui facilite son injection hypodermique; l'éther étant suffisamment soluble dans la glycérine aqueuse, il ne se séparera point après l'injection.

L'éther décrit jouit de propriétés thérapeutiques bien supérieures à celles du nitrite d'amyle ordinaire. Il peut être employé sans danger. Son action sur le cœur est plus durable. Il n'engendre point la rougeur du visage, la pulsation des temporales, le vertige et les sensations d'angoisse provoquées par son isomère [1].

II

Éther nitreux de l'α propylèneglycol.

Cet éther a les caractères généraux des autres nitrites alcooliques, mais exagérés, car il renferme deux fois le groupe ONO.

C'est un liquide jaunâtre très mobile qui dégage des vapeurs suffocantes. L'eau ne le dissout pas, mais elle

[1] Expériences faites à l'hôpital de l'Université de Pavie par MM. le prof. Albert Riva, les Drs S. Balp, C. Broglio, prof. Achille De-Giovanni de Padua, Vincenzo Patella, Ceccherelli, Stefanini, Oliva, Conti, publiées en 1887-88-89. M. le prof. A. Riva, actuellement directeur de la clinique médicale de l'Université de Parme, nomme l'éther en question ÉTHER BERTONI, pour ne pas le confondre avec le nitrite d'amyle ordinaire (*Bollettino farmaceutico*. Roma, 1886, 1888. — *Annali di chimica e di farmacologia*. Milano, 1886. — *Gazzetta degli Ospedali*. Torino, 1887. — *Les nouveaux remèdes*. Paris, juin 1888. — *Giornale della R. Academia di medicina*. Torino, 1888. — *Bulletin général de thérapeutique*. Paris, septembre 1888. — *Gaz. medica italiana*. Milano, dicembre 1888).

l'altère promptement. Il est soluble dans l'α propylène-glycol ; en présence des alcools méthylique et éthylique, il se produit même à froid une double décomposition. Il est très soluble dans la glycérine et l'eau ne le précipite pas, il est soluble dans l'éther, la benzine, le sulfure de carbone, etc.

L'acide acétique glacial le dissout aisément et le décompose avec lenteur à froid et rapidement à chaud.

L'acide sulfurique le détruit, il bout de 108° à 110° ; son poids spécifique à 0° est de 1,144.

Sa formule est :

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CH—ONO \\ | \\ CH_2—ONO \end{array}$$

III

Éther nitreux du méthylhexylcarbinol.

Je l'ai préparé en prenant comme point de départ l'alcool méthylhexylcarbinol pur, obtenu par la méthode de Schorlemmer [1].

C'est un liquide mobile d'une couleur d'ambre, ayant tous les caractères des éthers nitreux. Il est insoluble dans l'eau, qui ne l'altère que lentement ; soluble dans l'alcool caprylique, dans l'éther, etc., presque insoluble dans la glycérine.

Si on le traite par l'alcool méthylique, on voit se

[1] *Annalen der Chemie und Pharm.* 1868, vol. 147, p. 222.

régénérer l'alcool isooctylique et se former du nitrite de méthyle.

L'acide acétique le dissout à froid sans l'altérer, mais il le décompose à chaud. L'acide sulfurique dilué ne l'altère point à la température ordinaire; l'acide concentré le détruit en laissant un résidu charbonneux.

Point d'ébullition de 165° à 166°; poids spécifique à 0°=0,881.

Sa composition est :

$$\begin{array}{l} CH^3 \\ | \\ CH—ONO \\ | \\ (CH^2)^5 \\ | \\ CH^3 \end{array}$$

IV

Éther nitreux de l'alcool butylique normal.

C'est un liquide d'un jaune-citron, mobile, d'une odeur désagréable qui ne rappelle en rien l'odeur de l'alcool dont il provient. Il agit par inhalation comme le nitrite d'amyle ordinaire, en produisant la rougeur du visage, le vertige, etc.

Il est très peu soluble dans l'eau, où à la longue il se décompose, comme c'est le cas des autres éthers nitreux. Il est soluble dans l'éther, le chloroforme, le sulfure de carbone, tandis qu'il est insoluble dans la glycérine.

Point d'ébullition 75° C.

Poids spécifique : 0,9114 à 0°.

Cet éther se comporte comme les autres nitrites alcooliques en présence des alcalis, des acides, du sulfure d'ammonium, etc.; il a pour formule :

$$\begin{array}{l} CH^3 \\ | \\ CH^2 \\ | \\ CH^2 \\ | \\ CH^2—ONO. \end{array}$$

V

Éther nitreux de l'alcool butylique secondaire.

Ses propriétés générales sont les mêmes que celles des nitrites alcooliques monovalents, primaires.

Il n'a point de propriétés spéciales remarquables.

Point d'ébullition : 68°.

Poids spécifique : 0,8981 à 0°.

Sa composition est indiquée par la formule :

$$\begin{array}{l} CH^3 \\ | \\ CH—ONO \\ | \\ CH^2 \\ | \\ CH^3 \end{array}$$

VI

Éther nitreux heptylique normal.

Il a les mêmes propriétés générales des éthers décrits

ci-dessus. Ébullition à 155°; poids spécifique : 0,8939 à 0°.

Sa formule est :

$$CH^3—CH^2—CH^2—CH^2—CH^2—CH^2—CH^2—ONO.$$

On connaît jusqu'ici 17 éthers nitreux, dont 9 ont été obtenus par ma méthode qui donne d'excellents résultats. Je l'emploie maintenant pour la production d'autres èthers dérivant des alcools de la série aromatique; jusqu'à présent, on n'a que des données incomplètes sur le nitrite benzylique.

Pavie, mars 1889.

NOTICES CRISTALLOGRAPHIQUES

PAR

MM. Louis DUPARC et Alex. LE ROYER

Communiqué à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève
dans sa séance du 7 mars 1889.

Avec planche V.

FORMES CRISTALLINES DE QUELQUES COMPOSÉS ORGANIQUES

Les formes cristallines déterminées dans ce travail ont été mesurées au moyen du goniomètre de Wallaston à limbe vertical sans lunettes, instrument peu précis, il est vrai, mais bien suffisant pour les cristaux habituellement assez imparfaits.

Chaque angle a été mesuré quatre fois et, dans la plupart des cas, il a été opéré sur trois cristaux de même espèce. Les axes de coordonnées ont été choisis conformément aux conventions ordinaires ; la notation est celle de Miller ; les angles sont ceux des normales.

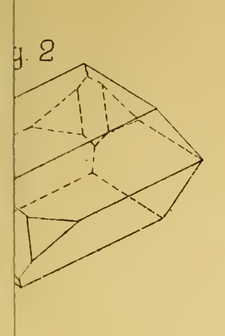
Tetrachloracétone symétrique.

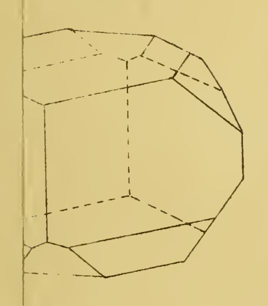
(Fig. 1.)

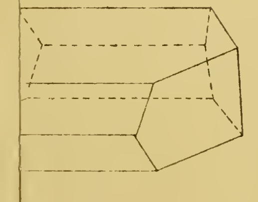
$CHCl^2—CO—CHCl^2+4\ Aq$

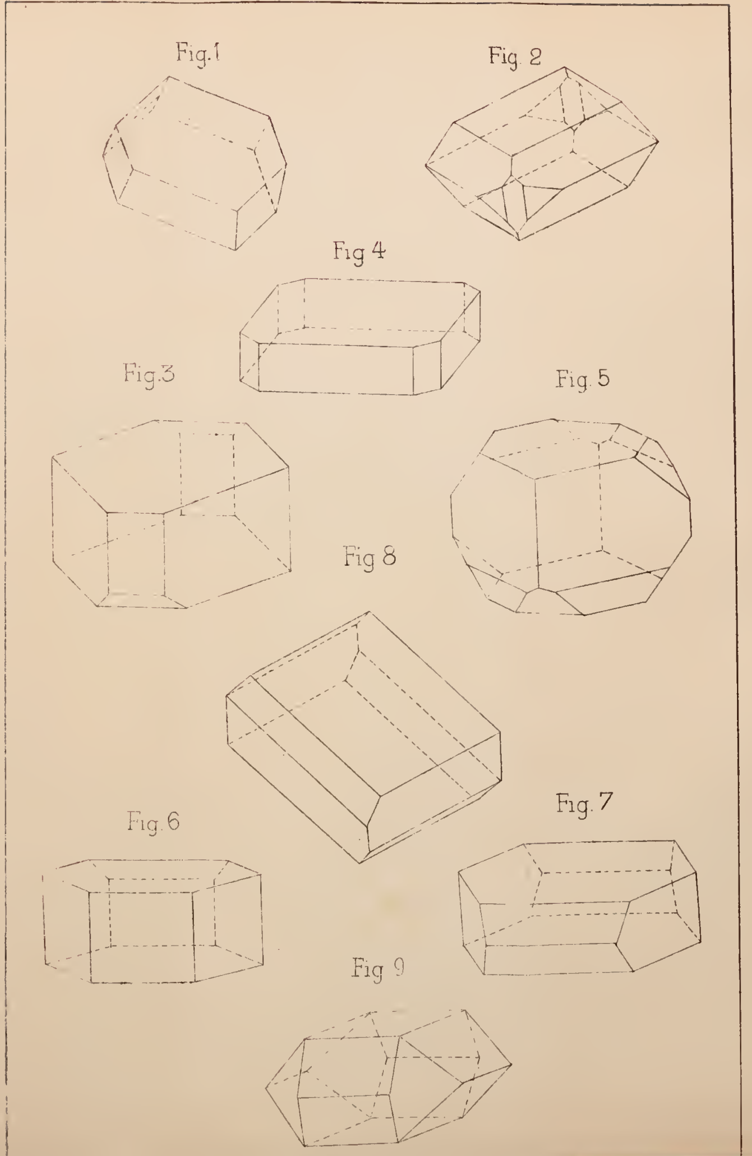
Préparé par MM. Dr Lévy et Curchod.

En partant de l'acide chloranilique par réaction du




Fig. 5


Fig. 7


Fig. 1
Fig. 2
Fig 4
Fig. 3
Fig. 5
Fig 8
Fig. 6
Fig. 7
Fig 9

ClO^3K avec HCl cristallisé dans H^2O, point de fusion 48-49°.

Cristaux tabulaires volumineux, aplatis selon l'axe des *z* faces, (001) très développées, (100) $(1\bar{1}1)$ et (010) bien développées, $(01\bar{1})$ n'existe pas sur les cristaux mesurés, a été observée sur quelques échantillons. Cristaux limpides se ternissant très rapidement à l'air par perte d'eau. Ceci joint à l'imperfection des faces, surtout (001), rend les mesures laborieuses.

Prisme bioblique.

$$\alpha = 100°2' \quad \beta = 95°42' \quad \gamma = 122°28'$$
$$a : b : c = 0,93984 : 1 : 1,6824$$

Angle des normales.	Observé.	Calculé.
(001) : (100) =	76°36'*	
(001) : (010) =	74°18'*	
(100) : (010) =	55°35'*	
(001) : $(1\bar{1}1)$ =	63°31'*	
(100) : $(1\bar{1}1)$ =	55°38'*	
(001) : $(0\bar{1}1)$ =	77°	77°22'
$(0\bar{1}0)$: $(0\bar{1}1)$ =	28°42'	29°20'
$(1\bar{1}1)$: $(0\bar{1}1)$ =	62°22'	61°18'
$(1\bar{1}1)$: $(0\bar{1}0)$ =	74°59'	75°30'

Éthylate de diphényl.

(Fig. 3.)

$$\begin{array}{l} C_6H_4\text{—}COOC_2H_5 \\ C_6H_4\text{—}COOC_2H_5 \end{array}$$

Petits cristaux transparents présentant les faces (001) (110) développées, (100) petite et manque sur certains cristaux, $(10\bar{1})$ toujours très petite mais constante, (001) est légèrement incurvée.

Prisme rhomboïdal oblique.

$\beta = 113°16'$

$a : b : c = 1,3096 : 1 : 1,1061$

Angle des normales.	Observé.	Calculé.
(001) : (100) =	66°44*	
(100) : (10$\bar{1}$) =	64°42*	
(100) : (110) =	50°16*	
(110) : ($\bar{1}$10) =	79°28'	79°28'
(110) : (001) =	75°24'	75°22'
(110) : (10$\bar{1}$) =	74° 9'	73°41'

Tetrahydronaphtalate d'éthyle.

(Fig. 4.)

CH CH
HC CH
HC CH + 4H
C C
$COOC_2H_5$ $COOC_2H_5$

Préparé par M. Anselme.

Cristaux transparents, incolores, tabulaires, aplatis, selon l'axe des z présentant les faces (001) très développées, les faces (100) (010) bien développées et (110) petites, pouvant faire défaut.

Rhomboïdal oblique.

$\beta = 107°19'$

$a : b : c = 1,1729 : 1 : ?$

Angle des normales.	Observé.	Calculé.
(100) : (001) =	72°41'*	
(100) : (110) =	48°14*	
(001) : (110) =	78°35'	78°34'

Chlorure de l'acide paradichlorothéréphtalique.

(Fig. 6.)

```
              Cl
              |
              C
     HC ╱         ╲ C—COCl
       |           |
ClOC—C ╲         ╱ CH
              C
              |
              Cl
```

Préparé par MM. Dr Lévy et Curchod.

Cristallisé dans la ligroïne, point de fusion 81°. Petits cristaux transparents, incolores.

Faces (100) $(00\bar{1})$ (110) bien développées, $(\bar{1}01)$ petite, n'existe pas sur tous les cristaux, face $(10\bar{1})$ n'a pas été retrouvée sur tous les cristaux mesurés.

Prisme rhomboïdal oblique.

$$\beta = 101°55'$$

$$a : b : c = 1,8450 : 1 : 2,4024$$

Angle des normales.	Observé.	Calculé.
(100) : (001) =	68° 5*	
(100) : (110) =	60° 1*	
(001) : $(\bar{1}01)$ =	60° 9*	
$(00\bar{1})$: (110) =	84°	84°15′
$(\bar{1}10)$: $(\bar{1}01)$ =	68°33′	68°49′

Sel de sodium de l'acide naphtolsulfonique $\alpha'\alpha'$.

(Fig. 7.)

Préparé par fusion potassique à 170° de l'acide disulfonique.

Préparé par M. Murat.

Cristaux tabulaires aplatis selon l'axe des z, transparents, incolores, présentant la face (001) très développée, (110) plus petite, (101) très petite, $(10\bar{1})$ bien développée; ces deux faces n'ont été rencontrées simultanément que sur un seul cristal, en général l'une ou l'autre disparaît.

Prisme rhomboïdal oblique.

$$\beta = 96°24'$$

$$a : b : c = 1{,}9194 : 1 : 4{,}1174$$

Angle des normales.	Observé.	Calculé.
(001) : (101) =	59°50'*	
(001) : (110) =	87° 2'*	
(110) : $(\bar{1}10)$ =	55°21*	
(101) : (110) =	64°31'	64°51'
(101) : $(10\bar{1})$ =	49°55'	49°49'
$(10\bar{1})$: (110) =	66° 1'	65°21'

Tribrome paratoluyl benzylkétone.

(Fig. 8.)

$C_{15}H_{11}OBr_3$

Préparé par M. Bucher, point de fusion 127°

Cristaux incolores, transparents, aplatis selon l'axe des z, présentant la face (001) très développée, (010) et (100) bien développées, (101) petite.

Prisme bioblique.

$$\alpha = 111°24' \quad \beta = 85°6' \quad \gamma = 115°$$

$$a : b : c = 1{,}6846 : 1 : 1{,}2518$$

Angle des narmales.	Observé.	Calculé.
(001) : (010) =	68°40*	
(001) : (100) =	85°20*	
(100) : (010) =	65° 2*	
(100) : (101) =	49°43*	
(010) : (01$\bar{1}$) =	42°37*	
(100) : (01$\bar{1}$) =	69°25′	68°43′

Tétrachloracétone cyanhydrine.

(Fig. 5.)

$$\begin{matrix} CHCl_2— \\ CHCl_2— \end{matrix} C \begin{matrix} —OH \\ —CAz \end{matrix}$$

Préparé par MM. D[r] Lévy et Curchod. Point de fusion 114°.

Cristallisé dans un mélange de ligroïne et de benzol. Petits cristaux bien formés, incolores, transparents. Faces (001) (110) bien développées, (10$\bar{1}$) petite, constante, (22$\bar{1}$) petite, ne se trouve pas répétée sur l'autre côté du cristal (dans les échantillons mesurés), (021) petite, pas constante.

Prisme rhomboïdal oblique.

$$\beta = 105°32'$$

$$a : b : c = 0,83004 : 1 : 0,68929$$

Angle des normales.	Observé.	Calculé.
(001) : (110) =	77°56′*	
(110) : (1$\bar{1}$0) =	77°18*	
(001) : (10$\bar{1}$) =	45°49*	
(110) : (22$\bar{1}$) =	27°11′	25°15′
(110) : (10$\bar{1}$) =	66°16′	66°48′
(10$\bar{1}$) : (22$\bar{1}$) =	44°10′	45° 7′
(001) : (021) =	53° 9′	53° 1′
(110) : (021) =	67°59′	68° 6′

Gallate de méthyle.

(Fig. 2.)

$$C_6H_2 \begin{matrix} \diagup COOCH_3 \\ \diagdown (OH)_3 \end{matrix}$$

Dû à l'obligeance de MM. Kern et Sandoz, fabricants à Bâle.

Cristaux incolores. Faces (001) $(1\bar{1}1)$ (111) bien développées, (100) (210) très petites, mais constantes, les images réfléchies par ces facettes sont mauvaises.

Prisme rhomboïdal oblique.

$$\beta = 108°44'$$

$$a : b : c = 1{,}3498 : 1 : 1{,}2217$$

Angle des normales.	Observé.	Calculé.
(100) : (001) =	71°16'*	
(111) : (100) =	50°38'*	
(001) : (111) =	48° 8*	
(100) : (210) =	32°55'	32°35'
(100) : $(11\bar{1})$ =	68°57'	68°40'
(111) : $(2\bar{1}0)$ =	78°18'	77°45
$(11\bar{1})$: $(2\bar{1}0)$ =	95° 6'	94°19'
(111) : $(11\bar{1})$ =	67°55'	68° 6'
(111) : $(1\bar{1}1)$ =	74° 2'	73°40'
$(11\bar{1})$: $(1\bar{1}\bar{1})$ =	93°30'	92°14'

Éthyl acétanilide.

(Fig. 9.)

$$C_6H_5Az \begin{matrix} \diagup COCH_3 \\ \diagdown C_2H_5 \end{matrix}$$

Préparé par MM. Dr Amé Pictet et Bunzel.

Gros cristaux, mal formés, transparents, incolores, pré-

sentant (001) très développée, (011) et (201) bien développées, (110) toujours petite. Les faces (201) (110) présentent presque sur tous les échantillons des déplacements parallèles considérables.

Prisme rhomboïdal droit.

$$a : b : c = 0,84059 : 1 : 1$$

Angle des normales.	Observé.	Calculé.
(001) : (011) =	45°*	
(110) : (1$\bar{1}$0) =	80° 7*	
(011) : (110) =	63°16′	62°54′
(201) : (110) =	45°	45° 7′
(201) : (011) =	74°16′	74° 6′
(001) : (201) =	67°35′	67°12′

Les méthyl, propyl et phényl acétanilides ayant été précédemment déterminées par l'un d'entre nous (*Archives*, XX, 5 octobre 1888), nous avons groupé ces résultats avec ceux de l'éthyl acétanilide.

Voilà ce que nous avons obtenu :

Méthyl acétanilide.	Rhomboïdal droit.	$a : b : c$	$= 2,530 : 1 : 2,149$
Éthyl »	»	»	$= 0,84059 : 1 : 1$
Propyl »	Rhomboïdal oblique.	»	$= 1,3264 : 1 : ?$
Phényl »	Rhomboïdal droit.	»	$= 1,2770 : 1 : 2,7917$

Faisant les changements d'axe nécessaires et changeant la notation, nous obtenons dans cette série de l'acètanilide des paramètres assez semblables, en faisant toutefois abstraction de la propyl acétanilide, cristallisant dans un autre système. Après cette transformation, les paramètres sont :

Méthyl acétanilide.	Rhomboïdal droit.	$a : b : c$	$= 2,5300 : 1 : 1,0745$
Éthyl »	»	»	$= 2,52177 : 1 : 1$
Phényl »	»	»	$= 2,7917 : 1 : 1,2770$

Les notations précédentes se transforment en

Méthyl acétanilide.

La face	100	devient	100
»	110	»	110
»	101	»	201

Éthyl acétanilide.

La face	001	devient	001
»	011	»	011
»	110	»	310
»	201	»	601

Phényl acétanilide.

La face	110	devient	011
»	010	»	010
»	101	»	101
»	001	»	100

Ces mesures ont été faites dans le laboratoire de minéralogie de l'Université de Genève, pendant l'hiver 1888-1889.

REVUE GÉOLOGIQUE SUISSE

POUR L'ANNÉE 1888

PAR

MM. Ernest FAVRE & Hans SCHARDT.

(Suite et fin.)

DEUXIÈME PARTIE

II. Terrains.

Terrains mésozoïques.

TERRAINS TRIASIQUES. — M. ZITTEL[1] a examiné à nouveau le squelette, décrit par M. Wiedersheim, sous le nom de *Labyrinthodon Rutimeyri*, et provenant du grès bigarré de Riehen, près Bâle. Il est arrivé à la conclusion que cet animal n'est pas un batracien, mais doit être rangé dans la classe des reptiles. M. Wiedersheim lui-même serait tenté d'y voir une espèce voisine du genre *Phrynosoma*.

[1] Zittel, Ueber *Labyrinthodon Rutimeyri* Wiedh. *N. Jahrb. f. Miner.*, 1888, II, p. 257.

Dans son mémoire sur les dislocations des montagnes calcaires de la Savoie, M. HOLLANDE [1] donne une série de coupes intéressantes du trias du massif des Beauges, au S.-E. de Chambéry. Au confluent du Flon et de l'Arly, il se compose du haut en bas :

TRIAS.
- Cargneule et marnes rouges.
- Calcaire gris cendré en bancs minces, 14m.
- Calcaire magnésien et dolomie friable, 5m.
- Quartzite, 10m.

HOUILLER. Grès et schistes à *Pecopteris* et *Calamites*.
Schistes cristallins et micaschistes.

Deux autres localités donnent des coupes à peu près identiques. Quelquefois, il y a, à la base du trias, une assise de poudingue, que M. Hollande range dans le permien, en l'assimilant au verrucano. Près des Molières, au pied du mont Gombert, ce poudingue alterne avec des schistes couleur lie de vin.

D'après l'étude de M. FINKENSTEIN [2], le trias du Laubenstein (Alpes bavaroises) se compose des assises suivantes à partir de la base :

Conchylien. Calcaires durs, noirs à brun foncé, compacts ou cristallins, souvent veinés de blanc et fortement bitumineux; rares tiges de *Crinoïdes*. Les lits sont peu épais, plaquetés et fortement contournés. *Terebratula vulgaris*, Schloth.

Wettersteinkalk. Puissant ensemble de couches d'un caractère absolument uniforme. Bancs épais de calcaire compact blanc. *Flechteria simplex*, Gumb., *Maeandrina* sp., *Turbinolia* sp., *Cidaris alata*, Munst. Épaisseur 200m.

Le *Raiblien* repose en concordance sur le calcaire du Wetterstein, sous forme d'une zone peu épaisse de calcaire gris, plaqueté,

[1] Hollande, Les dislocations, etc. *Loc. cit.*

[2] *Loc. cit.* Der Laubenstein bei Hohen Aschau. *Neues Jahrb. f. Miner. et Geol.*, 1888. VI. Beil. Bd., p. 36-104.

marneux, à cassure conchoïde, et veiné de calcite; il est surmonté d'une couverture marneuse foncée, de quelques centimètres, suivie d'un banc de cargneule caverneuse. Les fossiles typiques du raiblien ont été trouvés sur la rive opposée du Prien. Épaisseur quelques mètres.

Grande dolomie (Hauptdolomit) occupe une grande étendue, grâce à son épaisseur. C'est une roche jaunâtre ou brunâtre, finement fissurée, qui se désagrège en petits fragments anguleux. Vers le haut il passe graduellement au :

Calcaire plaqueté (Plattenkalk) qui est une assise en bancs minces, aux teintes claires, de nature marneuse, variant du blanc pur au brun jaunâtre. La texture est plus ou moins cristalline. Puissance faible.

RHÉTIEN. — Dans le Laubenstein (Alpes bavaroises), M. FINKENSTEIN [1] a constaté la série suivante d'assises du rhétien :

Couches de Kössen. Calcaires marneux foncés avec intercalations plus tendres. La *Terebratula gregaria* y forme une lumachelle.

Au Klausenberg on distingue deux niveaux : Marnes tendres inférieures avec *pélécypodes* et calcaires plus durs avec *Megalodon* et *Lithodendron*. *Terebratula gregaria*, Suess., *Avicula contorta*, Port., *Gervillia inflata*, Schafh., *Cardita austriaca*, Hau., *Mytilus minutus*, Goldf., *Megalodon* sp., *Lithodendron* sp.

Calcaire du Dachstein (Dachsteinkalk); c'est un calcaire blanc ou rosé, en bancs épais et à délit uni.

Le Dinkelberg, près Bâle, se compose essentiellement de calcaire conchylien, mais il renferme, comme M. G. BOEHM [2] vient de le reconnaître, des lambeaux isolés de keuper et de lias. Un nouveau gisement, découvert près de Husingen, offre 17 espèces liasiques, parmi lesquelles, *Arietites semicostatus, bisulcatus, latisulcatus, roti-*

[1] *Loc. cit.*

[2] G. Böhm, Neues Liasvorkommen auf dem Dinkelberg bei Basel. *Ber. der Naturf. Ges. zu Freiburg in Breisgau*, 1888, III, 5 p.

formis et *Schotheimia angulata*. Ces couches appartiennent sans doute aux zones à *Arietites angulatus*.

LIAS ET DOGGER. — M. FINKENSTEIN [1] donne la coupe suivante des terrains du lias et du dogger du Laubenstein :

LIAS. On ne trouve que le lias inférieur avec un développement fort varié; le lias supérieur manque.

a. Calcaires siliceux. Zone à Schlotheimia angulata. Marnes calcaires, d'un gris ou brun foncé, à cassure conchoïde, riches en silice finement disséminée dans la pâte ou réunie en rognons informes. Nombreuses spicules de *Monactinellides*. Ces marnes sont suivies de calcaires esquilleux, plus clairs, également siliceux, renfermant des *Megalodon* et des *Lithodendron*. Les fossiles sont : Des marnes : *Rhynchonella* sp., *Cerithium* sp., *Lima* sp. *Opetionella*, *Megalodon*, *Lithodendron*. Du calcaire : *Terebratula* sp., *Rhynchonella Caroli*, Gem., *Rh. fissicostata*, Suess, *Spiriferina Haueri*, Suess, *Lima* cf. *punctata*, Sow., *Schlotheimia* cf. *angulata*, Schl., *Megalodon*, *Lithodendron*.

b. Calcaire de Hierlatz, surmonte les calcaires siliceux, ou, en leur absence, le calcaire plaqueté; ce sont des calcaires rouges ou panachés, remplis parfois d'articles de Crinoïdes, grossièrement fendillés et formant des massifs sans stratification apparente; à la base il y a des intercalations de calcaires oolitiques gris ou rouges. Les fossiles ne sont pas très fréquents et n'apparaissent que par amas :

Terebratula punctata, Sow.
Waldheimia mutabilis, Opp.
W. cf. *perforata*, Piette.
W. cf. *cor*, Lam.
Rhynchonella belemnitica, Qust.
Rh. plicatissima, Qust.
Rh. rimata, Opp.
Spiriferina Haueri, Suess.
Sp. cf. *Aradasi*, Gun.
Lima Deslongchampsi, Stol.
Pecten calvus, Goldf.
P. Rollei, Stol.
P. subreticulatus, Stol.
Gryphæa sp.

c. Marnes d'Allgäu (?). Roche grise, marneuse, dont la correspondance absolue avec ce niveau n'est pas absolument démontrée.

DOGGER. Les sédiments rentrant dans ce système ont un grand développement et sont fort riches en fossiles, surtout en Brachiopodes.

[1] *Loc. cit.*

a. Dogger inférieur. Calcaires à Crinoïdes, tachetés de rouge, de blanc, alternant par places avec une lumachelle à *Brachiopodes.* La couleur est rarement entièrement rouge ou rose.

La nature pétrographique de la roche est la même du bas en haut, mais les fossiles des bancs inférieurs diffèrent de ceux des couches supérieures par la prédominance des *Terebratula biplissées*, le niveau supérieur ne renfermant que *Rhynchonella* cf. *Lycetti*, Desl.

La faune du *niveau inférieur* compte 65 espèces; voici les plus importantes et les plus fréquentes :

Terebratula infraoolithica, Desl.
» *Eudesi.*
» *elliptica*, Rothpl.
» *pantoioptycha*, Finkst.
» *perovalis,* Sow.
» *Aschaviensis,* Finkst.
» *punctata,* Sow.
» *rubrisaxensis*, Finkst.
» *Bentleyformis*, Finkst.
Waldheimia Waltoni, Dav.
» *stelectoides*, Finkst.
» *truncatella,* Rothpl.
» *supinifrons*, Rothpl.
Waldheimia inaudita, Finkst.
» *angustipectus*, Rothpl.
Rhynchonella cymatophora, R.
» *mutans*, Rothpl.
» *vilsensis*, Opp. var. *oolithica.*
» *subobsoleta*, Dav.
» *Chimiensis*, Finkst.
» *Aschaviensis,* Finkst.
Pecten disciformis, Schübl.
» *ambiguus,* Goldf.
Lima duplicata, Sow.
Stomechinus bigranularis, Lam.

Cette faune contient en tout 52 espèces de Brachiopodes; le reste se compose de Lamellibranches (7), Gastéropodes (1), Echinides (3), Crustacés (1) et Vertébrés (1), (*Sphenodus*).

Le *niveau supérieur* renferme 15 espèces; dans lesquelles ce sont également les Brachiopodes qui l'emportent sur le reste en nombre et en espèces, mais bien moins que dans le niveau inférieur.

Waldheimia supinifrons, Rothpl.
Rhynchonella cf. *Lycetti*, Desl.
» *Aschaviensis*, Finkst.
Pecten personatus, Ziet.
» *textorius,* Schloth.
Cidaris (piquant).

La présence du *Pecten personatus* dans cette dernière faune est très significative, car il caractérise ce niveau supérieur comme étant de l'âge de la zone à *Harpoceras Murchisonæ*. Les autres fossiles, abstraction faite des

espèces nouvelles et douteuses, donnent à l'ensemble de ces couches un âge compris entre la zone à *A. opalinus* et celle à *A. Sowerbyi.*

b. Dogger moyen. Oolithe grise, rarement rouge, reposant sur le calcaire à crinoïdes du dogger inférieur.

Terebratula longiplicata, Opp.	*Rhynchonella trigona*, Qust.
Waldheimia inversa, Qust.	*Terebratula* n. sp.
Rhynchonella concinna, Sow.	*Pycnodus* (dents).
var. *badensis.*	*Lamna* (dents).

La présence des *Rhynchonella badensis* et *trigona* fait attribuer à ces couches l'âge du bathonien (c. de Klaus).

Une découverte importante a été faite par M. le Dr SCHMIDT [1]; il s'agit de *Belemnites,* bien conservées, trouvées dans un schiste albito-chloriteux du canton d'Uri (Fernigen, Meienthal). Ce schiste est intercalé entre l'oxfordien et l'oolithe ferrugineuse. Les Bélemnites qu'il renferme, appartiennent au groupe des canaliculés et leurs déformations, dues à la compression et à l'étirement, offrent une variété remarquable.

M. SCHARDT [2] a recueilli une belle mâchoire de *Pycnodus* dans le terrain bathonien (couches à *Mytilus*) du Rubli (Alpes vaudoises).

M. Ed. GREPPIN [3] a publié un intéressant mémoire sur une faune peu connue jusqu'à présent et appartenant à la grande oolithe. Cet horizon, très étendu en Suisse, se compose de bancs calcaires, plus ou moins épais, oolithiques ou compacts, ressemblant à l'oolithe corallienne,

[1] *Archives,* 1888, XX, 339; *Act Soc. helv. sc. nat.* Soleure, 1888.
[2] *Archives,* 1888, XX, p. 479.
[3] E. Greppin, Description des fossiles de la grande oolithe des environs de Bâle. *Mém. Soc. pal. suisse,* 1888, X, 137 p., 10 pl.

mais les fossiles de ce niveau sont peu communs et souvent mal conservés. M. Greppin a cependant réussi, grâce à de minutieuses et persévérantes recherches, à en réunir un nombre relativement considérable; ils forment une faunule caractérisée par la petitesse des individus et l'abondance de certaines espèces, dont M. Greppin a recueilli parfois plus de 1,000 échantillons. Il y a en tout 154 espèces qui se répartissent comme suit :

Crustacés......	1 espèce.	Acéphales....	59 espèces.
Annélides......	2 »	Brachiopodes..	5 »
Céphalopodes..	1 »	Echinodermes.	4 »
Gastéropodes...	79 »	Crinoïdes.....	3 »

L'auteur décrit toutes ces espèces, dont 30 sont nouvelles, sans compter une vingtaine qui sont représentées par des échantillons défectueux. L'absence presque complète des Céphalopodes est remarquable. Cette faune rappelle sous ce rapport celle de la grande oolithe d'Angleterre, avec laquelle on reconnaît plus d'une analogie. Voici comment M. Greppin caractérise la série des assises de l'étage bathonien du Jura bernois, à partir du lias :

1. *Oolithe subcompacte* ou *calcaires à Entroques*. A la base, massif de calcaires durs, brun rougeâtres avec bandes bleuâtres, surmonté de bancs oolithiques minces; fossiles rares. 5-6^{m} à Muttenz, près Bâle, 40^{m} dans le Jura bernois et 65^{m} dans le canton d'Argovie.

2. *Marnes à Ostrea acuminata*. Sont à peine représentées par une couche très riche en *O. acuminata* (près Liestal, au Sichteren). Cette couche est limoneuse dans le Jura bernois. 11 mètres à Lostorf.

3. *Grande oolithe*. Représente la majeure partie du bathonien du Jura bâlois; elle a au moins 40^{m} d'épaisseur. C'est à Muttenz, à 4 kilomètres de Bâle, que M. Greppin a trouvé les plus riches gisements de fossiles de ce niveau. Il se compose, dans cette loca-

lité, de bancs calcaires oolithiques ayant jusqu'à 1^m d'épaisseur, de couleur blanche, de nature assez tendre et se désagrégeant parfois assez facilement. La partie supérieure ressemble, sur 25^m, à l'oolithe subcompacte et paraît privée de débris fossiles. La grande oolithe proprement dite, qui vient en dessous, a 15^m d'épaisseur et ne renferme à première vue que de rares fossiles.

C'est dans des zones lenticulaires de $1\text{-}2^m$ de longueur et de quelques centimètres d'épaisseur que se trouve la faune de petits fossiles. Ces zones forment une vraie agglomération de débris de corps organisés réunis par du calcaire spathique. Exposée à l'action de l'air, cette roche se désagrège facilement; mais fraîchement exploitée, on n'en peut extraire les fossiles qu'en la trempant dans l'eau froide, après l'avoir chauffée fortement. A Bubendorf, on constate, sur 2 mètres d'épaisseur, 30 bandes de cette roche où les fossiles sont de très petite taille.

M. Greppin ne pense pas que cette faune dans laquelle prédominent les *Cerithes* (plus de 20 espèces), soit formée seulement de jeunes, car il n'a trouvé aucuns débris d'individus plus grands, que l'on pourrait prendre pour des adultes.

Au sud de Muttenz, on trouve, dans la partie supérieure de la grande oolithe, une couche avec grande abondance de *Terebratula maxillata.* A Movelier, cette assise a 3^m d'épaisseur et renferme en outre des Echinides (*Hemicidaris Langrunensis*). C'est le correspondant des couches à *Homomya gibbosa* de Gressly.

Il y aurait encore à mentionner à la base de la grande oolithe, au Wartenherg, près Muttenz, une abondance de *Avicula echinata* et *Nerinea basiliensis.*

4. Le *calcaire roux sableux* ou *Cornbrash,* qui se superpose à la grande oolithe offre, deux facies :

a. Les calcaires compacts supérieurs à la grande oolithe de Muttenz, passent à des bancs à grosses oolithes brunes, avec intercalations marneuses ou sableuses avec une faune abondante (*Holectypus depressus*, *Echinobrissus clunicularis, Ammonites Parkinsoni, Clypeus Ploti.*

b. Les couches à *Rhynchonella varians* ont à Liestal 1 mètre d'épaisseur; elles sont marneuses, de couleur grise et forment le niveau supérieur du bathonien du canton de Bâle.

MALM. — Voici la série des couches du jurassique supérieur que M. FINKENSTEIN [1] a relevées dans le Lau-

[1] *Loc. cit.*

benstein, au-dessus des couches du dogger, que nous avons mentionnées plus haut :

MALM. *a. Oolithe à rognons siliceux* (Hornsteinoolith). Calcaire jaunâtre, brunâtre ou gris, grossièrement oolithique, pénétré de silice et rempli de gros rognons de silex. Les fossiles manquant totalement, on ne peut fixer exactement le niveau de cette zone.

b. Marnes à Aptychus. Marnes rouges à rognons siliceux, passant parfois à des bancs calcaires à stratification plaquetée.

Belemnites sp.	*Aptychus punctatus,* Voltz.
Perisphinctes colubrinus, Rein.	» *gracilicostatus*, Gieb.

c. Calcaires à Aptychus. Calcaires durs, d'un rouge clair, à texture compacte, avec peu de fossiles.

Phylloceras ptychoicum, Quenst.	*Aptychus Beyrichi,* Opp.
Perisphinctes abscissus, Opp.	» *gracilicostatus*, Gieb.
» *microcanthus*, Opp.	*Lamna* (Sphenodus ?)
» cf. *senex*, Opp.	

Dans le massif des Beauges et dans le plateau de Montagnole, au N.-E. de Chambéry, M. HOLLANDE[1] a relevé les coupes suivantes des terrains jurassiques, d'où ressort la grande ressemblance de la succession des assises avec celle qui a été observée dans le Jura. Le Rocher du Midi, près de L'Enfermet, offre sous le tithonique[2] :

Kimméridgien. Calcaire en gros bancs, veinés de spath calcaire. *Aptychus* et rognons de silex.

Séquanien. Calcaire en bancs peu épais avec lits marneux. Faune de la zone à *Am. tenuilobatus.*

Argovien, oxfordien et *callovien.* } Marno-calcaires et marnes noires.

Dogger et *lias.* Calcaires compacts au sommet et schisteux à la base.

[1] Hollande, Dislocations, etc., *loc. cit.*

[2] M. Hollande réunit le tithonique proprement dit (t. franc), avec le Berrias, au crétacé.

A la pointe de la Sellive, l'étage séquanien, formé de calcaires en bancs de 20 à 30 cm. d'épaisseur, a fourni *Am. Lothari, Am. compsus* et *Am. polyplocus.*

Au col du Frêne, près de Saint-Pierre d'Albigny (vallée de l'Isère), le jurassique a la composition suivante :

Kimméridgien. Calcaires gris, bréchoïdes, noduleux à la surface, à taches rosées sur la cassure.

Calcaires gris en gros bancs (de 1^{m} à 1^{m}50), *Aptychus lamellosus.*

Séquanien. Calcaires en bancs de 0^{m},15-0^{m},20 alternant avec de faibles lits marneux. *Am. Lothari*, *Am. compsus*, *Am. tenuilobatus*, *Am. polyplocus.*

Argovien. Calcaires argileux, compacts, en bancs de 0,15^{m}; *Am. Tiziani.*

Calcaires compacts à petits rognons ferrugineux; *Am. tortisulcatus* nombreux.

Calcaires grenus, schisteux ; *Am. transversarius, Am. tortisulcatus*, *Bel. hastatus,* etc.

Oxfordien. Marno-calcaires noirs à petits rognons de calcaire siliceux ou ferrugineux; *Am. plicatilis*, *Am. tortisulcatus, Am. cordatus*, *Bel. hastatus.*

Callovien. Schistes micacés avec *Posidonomyes.*

Dans le plateau de Montagnole, les étages inférieurs au malm n'affleurent pas; le séquanien et le kimméridgien sont fort bien développés et leurs assises se succèdent comme suit :

Kimméridgien. Calcaires rognons et calcaires bréchoïdes avec *Am. ptychoicus*, *Am. Staszycii*, nombreux *Aptychus* et *Pygope janitor.*

Calcaires en gros bancs à rognons siliceux et petits *polypiers.*

Séquanien. Calcaire gris avec *Am. compsus.*

La colline de Lémenc, à laquelle M. Hollande consacre un important chapitre, offre, comme on le sait, une coupe des plus complètes et des mieux étudiées des bancs du

jurassique supérieur, grâce aux nombreuses carrières qui y sont en exploitation. Nous avons déjà analysé plusieurs travaux relatifs à cette intéressante localité (Revue pour 1887, p. 321). Nous pouvons donc nous contenter de renvoyer pour les détails à l'original, qui renferme de nombreuses coupes locales, relevées avec soin dans les divers affleurements.

Au mont Saint-Michel, la succession est, à peu de chose près, la même qu'à Lémenc.

M. Hollande donne finalement la liste complète des fossiles récoltés dans les divers niveaux du massif des Beauges, montrant que ces niveaux sont bien établis paléontologiquement ; nous donnons ici le nombre des espèces pour chaque niveau :

Sinémurien....	4 espèces.	Oxfordien	5 espèces.
Lias inf. sup ..	6 »	Argovien	4 »
Dogger.......	4 »	Séquanien	27 »
Callovien	3 »	Kimméridgien .	25 »

La localité bien connue du Mont du Chat, près Chambéry, a été décrite à nouveau par M. J. Révil[1]. Après une introduction historique, analysant une riche série de notes et mémoires, dus à MM. Chamousset, Pillet, de Mortillet, Lory, Choffat, et surtout à M. Hollande, l'auteur donne une description orographique de cette intéressante montagne. Elle s'élève à l'ouest du lac du Bourget, formée de couches fortement redressées et appartenant aux divers étages du néocomien et du jurassique, jusqu'au bajocien, plongeant partout dans le même sens, comme un jambage d'une voûte. La courbure de celle-ci

[1] J. Révil, Étude sur le jurassique moyen et supérieur du Mont du Chat. *Bull. Soc. hist. nat. de Savoie*, 1888.

est cependant arrêtée par une faille qui met en contact, au pied ouest de la montagne, les couches du bajocien avec le valangien. Ce dernier appartient à une bordure de terrains crétacés qui forment sans doute le revêtement de la lèvre affaissée de l'anticlinale rompue.

L'étude stratigraphique des terrains jurassiques supérieurs et moyens forme le sujet spécial de ce travail. L'auteur y réunit des données disséminées dans un grand nombre de publications. Voici un tableau dans lequel nous résumons les descriptions de M. Révil :

Purbeckien. Affleurements sur la route du Bourget à Yenne. Sous le contrefort qui supporte la maison du cantonnier, on trouve du haut en bas, sous le calcaire roux gréseux du valangien.

Calcaire sublithographique gris avec *Physes, Cerithium*, etc. . . . . 7 m. 80.

Calcaires compacts avec fossiles marins, *Natica Leviathan*, *Terebratula Carteroni* . . . . 2 m. 40.

Alternances de calcaires brunâtres, grisâtres avec des marnes caillouteuses et verdâtres, suivies plus bas de calcaires d'aspect lithographique ne renfermant guère de fossiles . . . . 7 m. —.

A partir d'un banc de calcaire brun, à cailloux noirs, apparaissent d'autres alternances de calcaires compacts et de marnes, dont le banc inférieur renferme des *Physa Bristowi* et *wealdensis* . . . . 3 m. 50.

Sous le banc de conglomérat qui commence la série précédente, se trouvent des marnes et des calcaires marneux gris, mêlés de marnes avec *Corbula inflexa, Planorbis Loryi, Cyrena*, *Chara* . . . . 2 m. 80.

Des bancs dolomitiques avec quelques marnes vertes suivent plus bas . . . . 5 m. 80.

Plus bas, après une interruption de 15m, on rencontre :

Calcaire spathique, suivi de calcaire lithographique grisâtre avec *Cerithes, Cyrènes*, etc . . . . 2 m. 50.

Calcaires blancs jaunâtres spathiques mêlés de marnes ocreuses et vertes.

Calcaires d'aspect lithographique avec petits fossiles bien conservés .... 2 m. 60.

Portlandien. Commencant par un banc de calcaire assez compact, avec fragments d'huîtres.

Calcaires blanchâtres à petites oolithes............ 0 m. 80.

Calcaires gris, à pâte sublithographique et calcaires compacts de même teinte .... 25 m. —.

Calcaires compacts avec *Nérinées*, *Itieria*, *Natica*, etc. 2 m. —.

Dolomies en petits bancs.......................... 4 m. —.

Kimméridgien. Calcaires blond clair, spathiques avec *Terebratula subsella*, *Natica*, puis calcaires grisâtres et dolomitiques (virgulien)................................ 7 m. —.

Calcaires oolithiques avec *Nerinea Defrancei*, *Ptygmatis carpathica*, *Itieria Simmenensis*, *Natica hemisphærica*.. 8 m. —.

Calcaires blancs à polypiers, *Corbis Moreana*, *Cardium Corallinum*, *Pecten solidus*, *Rhynchonella pinguis*, *Diceras Lucii*, *Itieria Staszycii*, *Terebrat. Moravica*, etc. ..... 62 m. —.

Dolomie grenue.................................. 15 m. —.

Séquanien. Calcaire gris à rognons siliceux. Fossiles rares. *Terebratula insignis*, *Am. tenuilobatus* .... 60 m. —.

Marno-calcaires bleuâtres en petits lits à *Am. polyplocus*, *tenuilobatus*, *Loryi*, *acanthicus*, *Aptychus lamellosus*.. 30 m. —.

Argovien. Calcaire à ciment à *Am. Marantianus*, *Am. Tiziani*, *flexuosus*, *Aptychus*....................... 40 m. —.

Calcaire argileux à chaux hydraulique, peu fossilifère. C. d'Effingen.................................... 62 m. —.

Marno-calcaires grisâtres à spongiaires; couches de Birmensdorf avec les fossiles habituels de ce niveau...... 8 m. —.

Callovien. Calcaire à oolithes ferrugineuses et marnes grisâtres (zone de l'*Am. macrocephalus*).............. 3 m. —.

Bathonien. Calcaire siliceux à *Am. sub-Backeriæ*... 25 m. —.

Marno-calcaires à *Pholadomya Murchisonæ* .... 60 m. —.

Calcaires à rognons de silex.......................... 15 m. —.

Lumachelle à *Ostrea acuminata*..................... 6 m. —.

Bajocien. Calcaire à entroques .... 15 m. —.

Calcaires à rognons de silex.......................... 12 m. —.

Calcaires marneux à *Am. Murchisonæ* visibles sur. 15 m. —.

M. Albert GIRARDOT[1] a examiné plusieurs profils des

[1] Albert Girardot, Note sur les coralligènes jurassiques, supé-

terrains jurassiques supérieurs du département du Doubs pour établir la position des niveaux à facies coralligène supérieur ou rauracien. Il y a constaté trois stations principales à polypiers, supérieures au rauracien; la première au-dessus des marnes astartiennes; la deuxième entre les marnes à ptérocères et les marnes à *O. virgula;* la troisième au-dessus de cette dernière assise. Ces niveaux coralligènes varient de 2 à 5 mètres et n'existent pas dans toute la région; ils paraissent former des îlots d'une certaine étendue et ils sont loin d'atteindre l'importance de l'oolithe rauracienne, qui forme, dans tout le département du Doubs, une masse épaisse de 25 à 90 mètres, sans aucune interruption. La coupe la plus complète se voit dans la cluse de Sombacourt, en arrivant au village par la route de Pontarlier; on y observe du haut en bas :

Portlandien. Calcaire blanc jaunâtre .... 70 m.

Virgulien et *Ptérocérien.* Calcaire gris d'aspect gréseux, oolithique par places, surtout à la partie supérieure (*oolithe épivirgulienne*) .... 9 m.

Calcaire rougeâtre en bancs minces.................... 9 m.

Marno-calcaire gris massif .... 10 m.

Marne grise feuilletée, sans fossiles .... 1 m.

(*Zone virgulienne inférieure*).

Calcaire blanc oolithique; polypiers nombreux (*oolithe hypovirgulienne*) .... 11 m.

Calcaire blanc compact .... 3 m.

Marno-calcaire gris feuilleté, sans fossiles .... 8 m.

Astartien. Marno-calcaires gris, en partie désagrégeables. *Pect. articulatus*, *P. globosus*, *Ostr. quadrata*, *Cid. florigemma*, *Cid. Blumenbachi*, *polypiers*, etc.; faune analogue à celle du rauracien.............................. 22 m.

Marno-calcaire feuilleté ou massif, gris ou jaune .... 49 m.

rieurs au rauracien dans le Jura du Doubs. *Bull. Soc. géol. France*, 1888, XVI, p. 56-61.

Rauracien. Calcaire compact grisâtre, polypiers .... 30 m.
Marno-calcaire jaune à la partie inférieure, gris à la partie supérieure. *Pecten articulatus*, *P. globosus*, *Ostr. quadrata*, *Cidaris florigemma*, *Cid. Blumenbachi*, *Hemicidaris crenularis*, *Glypticus hieroglyphicus*, *Polypiers*, etc... 15 m.
Argovien. Calcaire compact blanc. *Pholadomya lineata*, *Pecten articulatus* .... 5 m.
Marne et marno-calcaire gris. *Pholadomya lineata*, *Ph. canaliculata* ....

Comme résumé et supplément à son mémoire sur les facies du malm, M. Rollier [1] a publié une coupe théorique des assises du malm du Jura bernois, qui indique plus nettement qu'un tableau précédent (Revue pour 1888, 317) le parallélisme des facies argoviens, dans la région du sud avec les facies coralligènes rauraciens du nord.

Nous avons analysé le mémoire stratigraphique de M. Bourgeat (Revue pour 1886, p. 142), servant d'introduction aux études paléontologiques de M. de Loriol [2] sur la faune des couches coralligènes de Valfin. Ce dernier mémoire est maintenant terminé, et l'auteur fait suivre la description des espèces de quelques considérations, d'où résulte que les nombreux fossiles, contenus dans ces bancs, se répartissent sur 196 espèces de Mollusques, 27 Échinodermes et 6 Brachiopodes, sans compter les nombreux polypiers, dont M. de Loriol ne s'est pas occupé. Parmi les mollusques, ce sont les Gastéropodes qui prédominent de beaucoup (122 espèces). Les Acéphales sont représentés par 71 espèces, et les Céphalopodes seu-

[1] *Eclogæ geol. helv.*, 1888, p. 290.

[2] P. de Loriol, Études sur les Mollusques des couches coralligènes de Valfin (Jura). *Mém. Soc. pal. suisse,* 1886-1888, 335 p., 37 planches.

lement par 3. Mais parmi les Mollusques et Brachiopodes décrits, 70 sont entièrement nouveaux, et sur les 132 espèces antérieurement connues, il en est 56 qui sont spécialement attachées au banc coralligène de Valfin, ce qui fait, avec les espèces nouvelles, 126 fossiles spéciaux à cette localité. D'après les 70 espèces trouvées déjà ailleurs, que l'auteur énumère dans un tableau avec l'indication des localités ou niveaux d'où on les a déjà citées, il ressort que 19 espèces de Mollusques et Brachiopodes se trouvent dans le gisement voisin d'Oyonnax; mais ce chiffre est sans doute très inférieur à la réalité. Trente-deux espèces se retrouvent à Saint-Mihiel (Meuse); mais, ce qui est caractéristique, 12 espèces sont citées de l'étage *séquanien* de la pointe du Ché, près de La Rochelle, 15 de celui de Tonnerre et 16 des gisements coralligènes du Jura bernois. 10 se retrouvent dans les couches de Stramberg, 7 à Kehlheim et 10 dans le séquanien supérieur de la Haute-Marne. Vingt-huit espèces ont commencé à apparaître dans les couches coralligènes inférieures de Châtel-Censoir et de Coulanges sur Yonne. 9 espèces, par contre, se continuent dans des étages supérieurs au séquanien (ptérocérien, virgulien et portlandien). Sur 28 espèces d'Échinodermes, onze sont spéciales à Valfin, 12 commencent déjà dans des couches plus anciennes, 7 se retrouvent à Nattheim, 6 à Stramberg, 6 à la Pointe du Ché et 5 dans le séquanien de Tonnerre. Mais la plus grande partie des Échinodermes qui ne sont pas spéciaux à Valfin, ont déjà commencé à se montrer dans le rauracien (terrain à chailles) et la moitié montent dans les couches séquaniennes les plus supérieures ; 4 ont été rencontrés dans le ptérocérien. La nature spéciale du facies

coralligène, si différent de celui du ptérocérien normal, explique qu'on trouve si peu d'espèces communes au ptérocérien dans les couches de Valfin dont elles occupent effectivement le niveau.

PURBECKIEN. — M. HOLLANDE[1] a découvert sur la route du Bourget, au mont du Chat, un banc épais de 40 cm. qui renferme des petits fossiles d'eau douce; il se trouve de 15 à 20 mètres en dessous des couches fossilifères purbeckiennes constatées depuis longtemps dans cette localité, peu en dessous du valangien. Il a fourni *Valvata helicoides, Megalomastoma Caroli, Lioplax* cf. *inflata*, etc.

Ici, comme sur plusieurs autres points du Jura, on a constaté, au-dessus des couches nymphéennes du purbeck, un retour de couches à fossiles portlandiens immédiatement en dessous du valangien; c'est un fait qui se rencontre généralement dans les dernières ramifications du Jura, dans les départements de la Savoie et de l'Ain.

TERRAINS CRÉTACÉS. — Le massif des Beauges a fourni à M. HOLLANDE[2] une série de coupes stratigraphiques du néocomien. Au Rocher du Midi, il distingue :

Infra-néocomien.	*Berriasien.* Marno-calcaire à *Am. Calypso*, *Am. occitanus.* Calcaire schisteux et marnes à pyrites, *Am. semisulcatus* et *Am. privasensis*	10 m.
	Tithonique. Calcaires noirs avec *Am. Richteri*, *Apt. Malbosi*	6 m.

On voit que M. Hollande réunit le tithonique, dit tithonique franc des auteurs, au système crétacé, en le comprenant dans son étage infranéocomien. La super-

[1] Hollande, Le Purbeck de la route du mont du Chat. *Bull. Soc. hist. nat. de. Savoie*, 1888, p. 161-164.

[2] *Loc. cit.* Dislocations des montagnes calc. de la Savoie, etc.

position des assises de cet étage n'offre pas de variation bien sensible dans les divers chaînons du massif des Beauges, pas plus que dans les collines du plateau de Montagnole, dont M. Hollande résume comme suit la série des couches :

Berriasien. Calcaires en bancs peu épais avec alternances de lits marneux à *Am. occitanicus.*

Calcaire schisteux.

Calcaire à ciment bleu foncé avec lits marneux à la base, *Am. privasensis.*

Calcaire grossier à fragments de fossiles ; *Am. Liebigi*, *Am. privasensis.*

Marnes et marno-calcaires à *Am. privasensis*, *Am. berriasensis, Am. semisulcatus.*

Tithonique franc des auteurs.

Calcaire blanc esquilleux à *Am. privasensis, Am. Liebigi*, *Am. transitorius.*

Brèche à gros éléments et nombreux fossiles remaniés.

Il faut ajouter qu'au-dessus du Berrias se trouve le vrai néocomien, calcaire bicolore, en gros bancs avec *Am. Astieri.*

M. Pillet[1] a donné une liste des fossiles nouvellement acquis par le musée de Chambéry depuis 1886. Ce sont des fossiles récoltés pour la plupart dans les montagnes de la Savoie, et provenant en partie de gisements nouveaux du terrain néocomien et du jurassique. Un gisement de néocomien situé près de Saint-Jean de Couz, à la Combe, offre à la limite supérieure des marnes grises hauteriviennes, un niveau avec :

Belemnites bipartitus,
Ancyloceras Duvalii,
Acteon marullensis,
Astorte helvetica,
Pinna sulcifera,
Trigonia ornata.,
Mytilus Cuvieri,
Rhynch. multiformis, etc.

[1] L. Pillet, Récoltes de 1886-88. *Bull. Soc. hist. nat. de Savoie*, 1888, p. 216-228.

La montagne de Chambotte a fourni des fossiles abondants dans les marnes d'Hauterive (près de 100 espèces) et dans le valangien.

M. Finkenstein [1] a constaté au Laubenstein, dans les Alpes bavaroises, la série suivante de terrains crétacés :

Néocomien. Les marnes grises, esquilleuses et tachetées du néocomien accompagnent partout les couches à *Aptychus*. La roche est riche en argile et donne lieu à des marécages.

Hoplites privasensis, Pict.	*Aptychus Didayi*, Coq.
Lytoceras subfimbriatus, d'Orb.	» *noricus*, Winkl.
Belemnites sp.	» sp.

Cénomanien. Se trouve seulement sur trois points, sous forme de marnes tendres avec restes de végétaux carbonisés et de calcaires sableux durs avec *Orbitolina concava*, accompagnés de conglomérats et de brèches, dans lesquels on reconnaît les débris de la grande dolomie et du Plattenkalk.

M. Golliez [2] a examiné le flanc S-E. de la vallée de Joux (Jura vaudois), où depuis quelque temps on avait découvert des gisements fossilifères du crétacé moyen. Il y a constaté le développement complet du gault et de l'aptien et attribue à ces terrains une assez grande extension.

Dans la vallée de Saint-Jean de Couz (massif des Beauges, près Chambéry), M. Hollande [3] signale un lambeau de sénonien en contact avec un important dépôt de sable sidérolithique. C'est un calcaire renfermant *Ananchytes ovata, Micraster Brongnarti, Belemnitella mucronata, Ostrea vesicularis.*

[1] *Loc. cit.*

[2] *Archives des sc. phys et nat.*, 1888, XX, 192. *C. R. Soc. vaud. sc. nat.,* 7 juin.

[3] *Loc. cit.* Dislocations, etc.

Terrains cénozoïques.

TERRAINS TERTIAIRES. — M. F. SACCO[1] a fait un essai de classification des terrains tertiaires basée sur les facies. Il importe, pour généraliser une classification de terrains, qu'on choisisse une série normale dans la région où le développement des terrains en question permet le mieux d'établir des étages nettement tranchés. L'Italie est, sous le rapport des terrains tertiaires, un pays absolument typique. Les trois grandes subdivisions du système tertiaire, éocène, miocène et pliocène, établies par Lyell, ne suffisent plus ; il a fallu intercaler peu à peu d'autres divisions de second ordre pour obtenir un groupement normal des nombreux étages établis dans chacune d'elles. Selon M. Sacco, la classification de M. Mayer-Eymar lui paraît, malgré les critiques qu'on peut en faire, la plus logique et la plus naturelle. Elle met en évidence la succession alternative de facies de mer profonde et de mer basse, dont M. Sacco fait autant d'étages distincts, tandis que M. Mayer inscrit dans chaque étage deux facies successifs. Le tableau suivant donne la série avec les facies correspondant à chaque étage :

	Épaisseur.	Facies.
Bartonien	200m	mer assez profonde.
Ligurien	3000m	mer basse, grès et schistes à Chondrites.
Modénien	2000-2500m	mer plus profonde (argile scagliose).
Tongrien	2000-2500m	facies littoral.
Stampien		facies de mer assez profonde.
Aquitanien	3000m	mer peu profonde, facies littoral.
Langhien	1500m	mer assez profonde.

[1] Dr Fed. Sacco, Classification des terrains tertiaires, conforme à leur facies. *Bull. Soc. belge de géol.*, 1887, I, p. 276-294, 8°.

	Épaisseur.	Facies.
Helvétien	2500m	mer basse.
Tortonien	?	mer assez profonde.
Messinien	200m	mer basse, dépôt d'estuaire.
Plaisancien	?	mer profonde.
Astien	200m	mer basse.
Saharien	?	mer profonde.
Terracien	variable	terrasses du littoral et des vallées.

M. F. Sacco[1] a comparé les terrains tertiaires de la Suisse à ceux de l'Italie, et a cherché à les faire rentrer dans la classification qu'il a établie pour ceux de ce dernier pays. Cette classification est résumée dans le tableau suivant (p. 348).

M. F. Sacco[2] a fait une revue de ces empreintes douteuses ou énigmatiques, décrites soit comme algues, soit comme empreintes ou vestiges d'organismes plus supérieurs, vers, etc. Ce travail est la continuation d'une publication sur le même sujet, que l'auteur a fait paraître il y a deux ans; il est accompagné de deux planches. Les genres *Palaeodictyon, Tœnidium, Gyrophyllites, Nulliporites, Munsteria, Helminthopsis, Helminthoida, Zoophycos, Laminarites, Zonarides, Eoclathrus* et *Nemertilites,* y sont traités au point de vue de leur nature et origine, et de plus enrichis d'un bon nombre d'espèces nouvelles.

Dans l'étroit synclinal de la vallée de Couz (massif des Beauges), M. Hollande[3] a constaté, près de Saint-Jean de Couz, des dépôts tertiaires composés de (voir p. 349):

[1] F. Sacco, Les terrains tertiaires de la Suisse. *Bull. Soc. belge de géologie*, 1888, II, p. 271-295.

[2] F. Sacco, Note di Paleoicnologia italiana. *Atti R. ac. delle sc. di Torino,* 1888, p. 151-192.

Id., Intorno ad alcuno impronti organiche dei terreni tertiari del Piemonte. *Ibid.*, t. XXI, 1886.

[3] *Loc. cit. Bull. Soc. hist. nat. Savoie*, 1888.

DIVISION GÉNÉRALEMENT ADMISE	TERRAINS	INTERPRÉTATION DE M. F. SACCO
Quaternaire.	Diluvien et glaciaire. 2me époque glaciaire.	Saharien.
	Ancien. Cavernes, charbons interglaciaires ; poudingue glaciaire. (Arnusien, cromeron, durntenien, chambérien, etc. 1re époque glaciaire.	Puissant mouvement sismique. Changements oro-hydrographiques, formation des grands lacs. Astien. Villafranchien.
Astien et plaisancien.		Plaisancien.
Messinien.	Mollasse et conglomérats d'eau douce supér.	Messinien.
Tortonien.	Couches d'Œningen. Moll. d'eau douce sup.	Tortonien.
Helvétien.	Mollasse marine, grès coquillier.	Helvétien.
Langhien.	Mollasse d'eau douce inf. (pars sup.) Moll. grise.	Langhien. Aquitanien.
Aquitanien.	Mollasse, grès, marnes d'eau douce inf. (pars infr.). Moll. à lignite.	Stampien.
	Mollasse, grès, marnes rouges, verdâtres. Grès de Ralligen et du Bouveret.	Tongrien.
Nummulitique spécialement flysch.	Marnes à *Cyrena convexa.*	
	Grès inf. du Bouveret (flysch). Couches du Val d'Illiez. Sidérolithique. — Calc. d'eau douce éocène.	Sestien.
	Couches à Nummulites et Orbitoïdes, Lithothamnies (?)	Bartonien.
Nummulitique sup.	Flysch (schistes, grès, brèches calc., etc.).	Ligurien.
Nummulitique inf.	Couches nummulitifères.	Parisien inf.
	Couches calcaires entre le parisien et le sénonien (?)	Suessonien.

Helvétien. Mollasse marine à l'état de poudingue. Dents de *poissons*, fragments de *Pecten.*

Aquitanien. Marnes rouges à *Helix Ramondi* (manquant parfois).

Éocène. Sidérolithique. Sable rose impur et sable blanc, avec débris de calcaire sénonien, silex et fossiles de la craie. Ce sable repose sur le sénonien.

M. E. DE FELLENBERG[1] a décrit un nouveau gisement de brèches à roches cristallines, renfermées dans les dépôts du flysch dans la vallée inférieure de Habkern. C'est dans le Lombachgraben que se trouve cet affleurement intéressant. L'auteur distingue parmi les roches recueillies en cet endroit des blocs de granit grisâtre, de granit verdâtre, de brèche calcareo-granitique à grain plus ou moins grossier, et des poudingues bréchiformes, dont les éléments sont cimentés par un détritus plus ou moins fin de grains de quartz, de feldspath et autres minéraux provenant d'une roche désagrégée. Il y a un passage insensible entre ces roches bréchiformes et les grès qui constituent, accompagnés du schiste, le flysch de cette région, et dont on connaît des fucoïdes (*Chondrites intricatus*).

L'auteur[2] signale la ressemblance de certains morceaux calcaires avec les calcaires du conchylien de la Forêt-Noire, mais il serait encore hasardé de conclure de cet indice à l'origine des blocs exotiques de granit, etc.

M. le prof. RUTIMEYER[3] a rendu compte de ses nou-

[1] *Archives des sc. phys. et nat.*, 1888, XX, 335 et *Acta Soc. helv.*, Soleure, 1888.

[2] *Archives des sc. phys. et nat.*, 1888, XX, 343. *Acta Soc. helv.*, Soleure, 1888.

[3] L. Rutimeyer, Ueber einige Beziehungen zwischen den Säugethierstämmen alter und neuer Welt. Erster Nachtrag zu der Fauna von Egerkingen. *Mém. Soc. pal. suisse*, 1888, XV, 63 p., 1 pl.

velles observations sur la faune éocène d'Egerkingen, qu'il a comparée avec la faune du même âge découverte en Amérique. Il ressort de cette comparaison, que la faune d'Egerkingen, si riche en espèces de mammifères, est dans un rapport très intime avec la faune de même âge trouvée dans les États-Unis (Wyoming, Nouveau Mexique, etc.). Ces recherches sont appuyées d'un mémoire paléontologique qui complète sa description antérieure de la faune éocène d'Egerkingen, il la fait précéder d'une série de considérations sur les bases de la classification et les relations intimes de cette faune dans le nouveau et dans l'ancien monde.

M. Rittener [1] a découvert un nouveau gisement fossilifère dans le miocène de Sainte-Croix; c'est une couche très riche en *Melania Escheri*, mise à nu par les travaux de la nouvelle route de la Chaux à Noirvaux.

M. Lugeon [2] a trouvé dans la mollasse, près la Borde (Lausanne), une belle carapace fossile de tortue que M. Golliez a essayé de déterminer. Ne pouvant l'identifier à aucune des espèces décrites par M. Portis, il en a fait une espèce nouvelle qu'il a nommée *Cistudo Portisi*.

Nous avons déjà annoncé (Revue pour 1887) la découverte faite dans la mollasse langhienne de Lausanne d'un exemplaire complet, tronc et feuilles en place, du palmier *Sabal major*. M. Lugeon [3], qui s'était occupé de cette trouvaille, a réussi à récolter dans la même couche,

[1] *Compte rendu Soc. vaud. sc. nat.*, 3 déc. 1888. *Archives des sc. phys. et nat.*, 1889, t. XXI, 166.

[2] *Archives des sc. phys. et nat.*, 1888, t. XX, 192; *C. R. Soc. vaud. sc. nat.*, 6 juin 1888.

[3] M. Lugeon, La mollasse de la Borde. *Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, 1888, XXIII, p. 1-3.

outre d'autres feuilles de *Sabal*, une florule de 45 espèces de végétaux, dont il donne une liste complète. Une planche annexe à cette note donne la disposition du palmier tel qu'il a pu l'observer avant que les ouvriers aient fait sauter le banc de roche.

M. J. Probst[1] a publié une série d'intéressantes descriptions des plus importants gisements fossilifères du terrain miocène de la haute Souabe. Le gisement de Heggbach est remarquable par sa faune de mammifères (*Hyotherium Anchitherium, Palaeomeryx, Rhinoceros*) et de *tortues;* on y trouve aussi quelques mollusques et surtout une couche de feuilles renfermant une flore très voisine de celle d'Œningen (miocène supérieur).

Les carrières de *Baltringen* ont fourni un grand nombre de fossiles. Quoique peu éloignée de Heggbach, cette localité offre avec elle un contraste frappant par le facies des sédiments qui sont marins et appartiennent au miocène moyen. Les dents de *Lamna*, de *Zygobates* et *Aetobates*, etc., sont très abondantes. D'autres restes, dents et vertèbres, appartiennent aux genres *Carcharodon, Squatina, Raja, Scarus, Hemipristis*, etc., et donnent à la faune ichthyologique de Baltringen une certaine analogie avec celle de la mer Rouge, remarquable par sa richesse en Squalidés. Baltringen est unique par l'abondance des dents de *Delphinus*, de *Squalodon*, etc. Quant aux mammifères terrestres, ce sont les mêmes qu'à Heggbach, pachydermes, ruminants (Cervidés), carnassiers, rongeurs, puis des tortues et des crocodiles. Les mollusques sont plutôt rares, *Ostrea crassissima, Pecten, Tapes, Turritella*, etc.

[1] Dr J. Probst, Beschreibung einiger Lokalitäten in der Molasse von Oberschwaben. *Jahreshefte des Vereins für Vaterländische Naturk. in Würtemberg*, 1888, p. 64-114, 8°.

Quoique la mollasse saumâtre de la Souabe ne puisse pas être envisagée comme un étage distinct de la série miocène, puisque sa formation est due à l'embouchure de cours d'eau, elle présente cependant au point de vue paléontologique un intérêt égal à celui des couches marines et d'eau douce. C'est près des villages d'Oberkirchberg et d'Unterkirchberg que cette formation se montre le mieux développée. Elle y est caractérisée par de nombreux moules (*Congeries, Dreissena*), *Unio, Melanopsis*, etc., qui vivent dans les eaux douces et les eaux saumâtres. On y trouve les mêmes mammifères que dans la mollasse marine.

La localité d'*Eggingen*, près Ulm, offre le type le plus remarquable de la mollasse d'eau douce inférieure. On y a trouvé des ossements de petits mammifères terrestres (insectivores et rongeurs) et des mollusques nombreux; les plantes, par contre, sont peu représentées, à l'exception des fruits de *Chara*. L'auteur termine par des considérations sur le climat pendant l'époque miocène.

M. le Dr J. Probst [1] a publié une note sur des restes de *Cetodontes* (parties osseuses de l'oreille) de la mollasse marine de Baltringen, et les compare aux restes fossiles analogues provenant d'Angleterre et d'ailleurs.

M. Sacco [2] a encore publié une note sur les terrains tertiaires des environs de Biella, dans lesquels il reconnaît les étages suivants :

[1] Dr J. Probst, Ueber die Ohrenknochen fossiler Cetodonten aus des Molasse von Baltringen. *Jahreshefte für Vaterländische Naturkunde*, 1888, p. 46-63, 8°, 2 planches.

[2] Dr F. Sacco, I terreni tertiari e quaternari del Biellese. *Publ. del Sez. Biellese de C. A. I.*, 1888, 16 p., gr. 8°.

Terracien Saharien	quaternaire.
Fossanien Astien Plaisancien	tertiaire.

Cône de déjection tertiaire et quaternaire. M. F. Sacco [1] a étudié le cône de déjection de la Stura di Lanzo, torrent important qui se jette dans le Pô, au nord de Turin. Il a reconnu que la Stura a charié, pendant une bonne partie de la période tertiaire, les matériaux qui composent cet énorme cône et que son ancien delta, qui couvre une surface de près de 500 kilomètres carrés, renferme des dépôts appartenant aux époques suivantes :

Quaternaire. Alluvien, terrassien, moraine et diluvien.
Tertiaire. Villafranchien, fossanien, astien, plaisancien.

Terrains quaternaires. — *Époque glaciaire.* Dans une étude récente, M. Stapff [1] démontre que l'époque glaciaire a coïncidé avec des changements notables du niveau de la surface de la terre, qui ont occasionné, à l'époque pliocène, une invasion des eaux marines dans l'Europe centrale et même dans les vallées déjà formées des Alpes. Il en voit la preuve dans des traces d'érosion côtières constatées dans la vallée du Tessin, puis dans des perforations attribuées à des mollusques lithophages, qu'il croit avoir reconnues dans plusieurs vallées alpes-

[1] Dr Fed. Sacco, Il cono di deiezione della Stura di Lanzo. *Roma, tip. acad. Lincei,* 1888, 28 p.

[2] F.-M. Stapff, Ueber Niveauschwankungen zur Eiszeit, nebst Versuch einer Gliederung der Gebirgsdiluviums. *Jahrb. k. Preuss. geol. Landesanstalt*, 1888, 82 p. 8°.

tres. En appliquant sa théorie tout spécialement à l'Eulengebirge (Silésie), l'auteur étudie les questions plus générales du mouvement des glaces continentales, de leurs dépôts, des causes des changements de niveau constatées, en développant des considérations que nous ne pouvons résumer ici.

Sédiments lacustres. Les fouilles faites pour le captage des eaux du Champ-du-Moulin (vallée de la Reuse) ont permis à M. l'ingénieur RITTER[1] de faire des observations sur un ancien dépôt lacustre, formé d'argile feuilletée, stratifiée horizontalement dans le milieu, tandis que les strates de ce limon argileux se relèvent visiblement sur les bords. M. Ritter croit pouvoir expliquer ce fait par le plissement du Jura, qui se serait accentué encore depuis la formation de ce dépôt. L'auteur attribue ce terrain à l'ancienne existence d'un lac, dû à un barrage d'une centaine de mètres de hauteur à travers la Reuse, qui aurait été produit par un éboulement considérable au contour de la Verrière.

M. H. SCHARDT[2] a étudié plusieurs gisements quaternaires à coquilles terrestres et d'eau douce du canton de Vaud.

Un banc de *craie lacustre* interstratifié à des graviers et des sables repose, au S.-O. de Nyon, sur de l'argile glaciaire affleurant au niveau du lac Léman. Les couches sont coupées en falaise du côté du lac, et la couche de craie se trouve à 6 mètres environ au-dessus du niveau de l'eau. Les coquilles y abondent et appartiennent à des

[1] *Archives des sc. phys. et nat.*, 1888, XX, p. 343. *Acta Soc. helv.*, Soleure, 1888.

[2] *Archives des sc. phys. et nat.*, 1888, XX, 575. *C. R. Soc. vaud. sc. nat.*, 4 juillet 1888.

espèces vivant encore dans les eaux du lac (*Limnæa auricularia, L. palustris, Bythinia tentaculata, Valvata piscinalis, Planorbis complanatus*, etc.).

Une assise de graviers de 1 mètre d'épaisseur sépare la craie lacustre d'un lit de *limon argileux* de 40-50 cm. d'épaisseur qui est très semblable à un autre terrain visible à quelques kilomètres de là, le long de la Promenthouse, au Cordex. Ce terrain rappelle par ses allures l'aspect du *læss*, mais il est visiblement interstratifié à des graviers qui reposent sur de l'argile glaciaire. La faune est entièrement terrestre et formée d'espèces du lœss.

Un troisième terrain à coquilles quaternaires, décrit par M. Schardt, a l'aspect d'une terre calcaire tuffeuse, plastique, quand elle est humide, et semblable à de la craie lacustre lorsqu'elle est sèche. Cette terre recouvre, en forme de nappe, la surface inclinée des rives de l'Orbe, près Vallorbe, et paraît en relation avec les nombreux petits ruisseaux, très calcaires, qui sillonnent ce petit plateau, mais qui n'engendrent cependant pas de tuf. Il renferme près de 40 espèces de coquilles de mollusques, qui se retrouvent dans la faune vivant encore actuellement dans la région.

Lœss. M. Sacco [1] a étudié le lœss du Piémont pour en établir l'origine et le mode de formation. Il divise d'une manière générale en trois groupes les dépôts limoneux qu'il embrasse dans le nom de loess : le loess de la plaine, celui des collines et celui des montagnes.

Le *lœss des plaines* est un dépôt boueux abandonné par les eaux par suite d'un colmatage naturel; il y forme l'élément le plus important de l'humus. On peut en répartir

[1] Dr Fréd. Sacco, Sur l'origine du lœss en Piémont. *Bull. Soc. géol. de France*, 1888, XVI, p. 229-243.

les dépôts, suivant leur altitude, en trois groupes dans la plaine du Pô : *a*. Le lœss des plateaux ou du saharien, couvrant les anciens cônes de déjection, argileux, rouge jaunâtre, 2-4 mètres. *b*. Le lœss des plaines ou des terrasses (terrassien) formé dans les coupures creusées dans les dépôts du saharien, et dont le niveau dépend de celui des terrasses. *c*. Le lœss récent, dépôt qui se forme encore maintenaut au niveau des plaines basses.

Le *lœss des collines* est un limon jaune blanchâtre et parfois roussâtre, composé essentiellement de paillettes de mica, de talc, grains de quartz et pyroxène, plus ou moins mélangé de matières calcaires et d'éléments limoneux. La silice y est pour environ 50 pour cent, le reste est de calcaire, alumine, oxyde de fer, magnésie, etc. ; les poupées de lœss y sont fréquentes et caractéristiques. Quelquefois la couleur gris bleuâtre remplace la teinte jaune. L'épaisseur varie de 2 à 3 mètres et va parfois jusqu'à 8 à 10 mètres. La faune de mollusques est remarquable et se compose de 64 espèces et variétés, pour la plupart terrestres, sauf quelques Limnées (*L. trucatula* et var.) et un *Pisidium*. C'est sur les collines de Turin que ce terrain a été le mieux observé et étudié ; il est clair que l'abondance des fossiles terrestres est un indice pour en trouver l'origine, qui ne peut guère être la même que celle du lœss des plaines. Ce lœss est en général plus puissant au bas des collines et sur les pentes douces ; son niveau peut s'élever jusqu'à 500 mètres d'altitude ; ses dépôts sont dans un certain rapport de composition avec les terrains tertiaires qui l'entourent ; il en renferme quelquefois des fossiles, des brèches et des amas de cailloux ; les fossiles, très fragiles, sont si bien conservés, qu'il n'est pas possible d'admettre qu'ils aient subi un transport bien long ; ces

fossiles ne sont pas limités à des niveaux réguliers, mais disséminés dans le dépôt, d'un point à l'autre, suivant le versant et l'altitude, la faune est variable; le lœss fait défaut dans le haut des collines où le tertiaire est érodé; et nous voyons encore de nos jours se constituer des dépôts analogues; tous ces caractères amènent à la conclusion que le lœss des collines piémontaises s'est formé pendant une période de précipitation atmosphérique extraordinaire de l'époque quaternaire, par suite d'une sorte d'écoulement boueux ou *ruissellement* des eaux pluviales, comme l'a démontré M. de Lapparent [1]. La couleur du lœss a dû être primitivement grise; elle est devenue jaune par l'oxydation au contact avec l'air. Quelques marécages locaux expliquent la présence des mollusques d'eau douce qui n'appartiennent du reste qu'à deux espèces fort petites.

M. Sacco distingue aussi trois époques pour la formation du lœss des collines : *a.* le lœss saharien, datant de la fin de l'époque glaciaire, époque de la décroissance des précipitations atmosphériques. C'est le plus important et le plus riche en fossiles. On en connaît du reste de *Cervus megaceros*. La faune malacologique est fort différente de celle qui vit actuellement dans la région; elle se rapproche le plus de celle qui vit dans les Alpes piémontaises à 700-1000 mètres d'altitude. Des 67 formes, 20 seulement se trouvent encore maintenant dans la région subapennine du Piémont ; 24 sont caractéristiques pour la région alpine et 19 sont complètement éteintes, témoignant de l'ancienneté relative des dépôts de lœss.

Les operculés (*Cyclostoma*) manquent absolument dans le lœss et sont actuellement extrêmement répandus dans

[1] De Lapparent, Le lœss et le limon des plateaux. *Annales de la Société scientifique de Bruxelles,* 1886.

les collines de Turin; cela démontre que le climat devait être humide et semblable par places à celui des vallées inférieures des montagnes.

b. Le lœss terrassien s'est formé dans le fond des érosions qui ont entamé les collines en isolant les dépôts de lœss formés sur leurs pentes. Son dépôt se lie intimement à celui des plaines qui, à son tour se continue encore dans le lœss récent.

Le lœss des montagnes se présente aussi sous trois formes ou âges, mais il se lie plus directement aux dépôts glaciaires et devrait se nommer un dépôt fluvio-glaciaire. On y trouve parfois aussi des coquilles de mollusques terrestres.

Il ressort de l'ensemble de cette étude que le lœss s'est déposé surtout à la fin de l'époque glaciaire (saharien), au moment de la plus grande extension de l'*Elephas primigenius*.

Tandis que dans les plaines son dépôt a été activé par le colmatage des grands cours d'eau, le lœss des collines s'est constitué par l'effet lent du ruissellement, et celui des montagnes, quoique peu différent, se lie plutôt aux phénomènes glaciaires, et offre l'aspect d'un dépôt fluvio-glaciaire. On peut donc dresser le tableau suivant:

	PLAINES	COLLINES	MONTAGNES
Actuel.	Origine spécialement fluviale.		
Terrassien	Origine spécialement fluviale.		
Saharien (fin de l'époque).	Origine fluviale et fluvio-lacustre.	Formé par ruissellement parfois aussi d'origine fluviale ou fluvio-lacustre.	Origine fluvio-glaciaire, rarement glaciaire, fluvio-lacustre ou par ruissellement.

Faune et flore quaternaires. M. TH. STUDER a signalé les

quelques restes d'animaux trouvés jusqu'à présent dans les dépôts quaternaires du plateau bernois et au pied nord des Alpes suisses en général[1]. On a trouvé à plusieurs reprises des débris de *marmotte,* de *blaireau* et d'*Elephas,* sans qu'il ait été possible de déterminer ces derniers spécifiquement. Deux exploitations de graviers du voisinage de Rappers-wyl (cercle d'Aarberg) ont fourni récemment des restes plus déterminables et plus caractéristiques pour l'âge de ces dépôts. Précédemment déjà, on avait trouvé dans cette localité une défense d'*Elephas* et des dents de *cheval* (*Equus caballus*). Une grande mâchoire, trouvée en 1885, appartient à un jeune individu de *Rhinoceros tichorhinus.* Peu après on y découvrit la partie basale d'un bois de *renne,* puis une phalange de ce même animal. Cette formation de graviers est recouverte, près de Huttwyl, d'un dépôt semblable au lœss. D'après ces trouvailles, ces dépôts dateraient de la fin de l'époque glaciaire.

M. STUDER[2] s'est occupé plus spécialement des restes d'*Arctomys* du diluvien des environs de Berne. Ces ossements proviennent d'une moraine du voisinage de Zollikofen et appartiennent à un squelette presque complet de marmotte (*Arctomys Marmotta*).

La comparaison de ces pièces avec les squelettes de *Arctomys Marmotta* récents, d'*A. Bobac,* et d'*A. Monax,* démontre qu'ils doivent être attribués à la première de ces trois espèces, mais en offrant certaines différences qui les caractérisent comme une variété de l'espèce encore

[1] Th. Studer, Ueber Säugethierreste aus der glacialen Ablagerungen des bernischen Mittellandes. *Mitth. naturf. Gessellsch.*, Berne, 1888.

[2] Id. Ueber die Arctomysrest aus dem Diluvium der Umgebung von Bern. Id.

vivante dans nos Alpes. Le museau est plus épaissi et plus arrondi, le nez plus large à sa base, et les dimensions de l'animal en général dépassent sensiblement celles de la marmotte actuelle. Ce serait donc un *Arctomys Marmotta*, var. *primigenia*, le précurseur de nos marmottes. Il est du reste avéré que d'autres espèces, tels que le bouquetin, le cerf, le sanglier, etc., étaient à l'époque diluvienne de plus grande taille que de nos jours. Cette décroissance de la marmotte, reléguée maintenant dans les hautes vallées alpines, est sans doute analogue à celle des animaux vivant sur des îles de faible étendue.

M. J. Probst [1] mentionne la découverte d'ossements et crânes de petits mammifères, batraciens (grenouilles) et de quelques mollusques (*Succinea oblonga*) dans les sables et limons glaciaires, remplissant des crevasses dans la mollasse des carrières de Baltringen. Les premiers appartiennent à la *Marmotte*, au Lemming à collier (*Myodes torquatus*) et quelques autres rongeurs retirés maintenant dans les plaines de la Sibérie.

M. Renevier [2] a signalé un bois de cerf fossile (*Cervus elaphus*) trouvé par M. Gauthier dans les alluvions de la vallée de Joux, près du Chenit.

M. M. Lugeon [3] a trouvé dans les dépôts glaciaires du ravin de la Paudèze une couche noirâtre renfermant des débris de bois, des fruits de *Fagus*, des *Helix* mal conservés et un *insecte*.

La brèche de Höttingen (Rev. pour 1887, p. 359)

[1] Dr J. Probst, Beschreibung einiger Lokalitäten, etc. *Loc. cit.*, p. 82.

[2] *Compte rendu Soc. vaud. sc. nat.*, 5 déc. 1888. *Archives des sc. phys. et nat.*, 1889, XXI, p. 166.

[3] *Archives des sc. phys. et nat.*, 1888, XX, 577. *C. R. Soc. vaud. sc. nat.*, 7 nov. 1888.

que M. Stur avait attribuée à l'époque miocène, doit être considérée définitivement comme quaternaire. Les prétendues feuilles de *Chamærops* ne sont autre chose que des amas de feuilles de Cypéracées (*Cyperites Höttingensis*), et les feuilles d'*Actinodaphne* viennent d'être reconnues par M. v. WETTSTEIN[1] pour celles du *Rhododendron ponticum*, qui croît encore maintenant dans les montagnes du midi de l'Europe, dans une température moyenne de 14-18°. La région de la vallée de l'Inn a donc été à cette époque dans des conditions de climat bien différentes des actuelles.

Découvertes archéologiques. On a trouvé près d'Illnau (canton de Zurich) une sépulture antérieure à l'époque romaine.. C'est une tombe formée de pierres roulées et couverte de dalles, dans laquelle était contenu le squelette d'une femme. M. HEIERLI[2] décrit les objets trouvés avec ce squelette; ce sont des bracelets, une boucle de ceinturon en bronze et une brique de terre cuite fine. Le même signale des trouvailles faites à Russicon, à Seebach, à Trullikon, Trutlikon, Wallisellen, Zollikofen, de nombreux objets, soit dans des sépultures (tumulus), soit en dehors de ces emplacements. A Wallisellen on a fait la remarquable découverte d'un fer à cheval, qui pourrait faire penser que la ferrure des chevaux a été connue au nord des Alpes déjà avant l'époque romaine.

Glaciers actuels. Les recherches faites par MM. Ed. Hagenbach et F.-A. Forel[3] dans la grotte du glacier d'Arolla

[1] R. v. Wettstein, *Rhododendron Ponticum* L., fossil in den Nordalpen. *Sitzungsber. Akad. Wien. Math. phys. Classe*, XCVII Janv. 1888.

[2] Heierli, Vorrömische Gräber im Kanton Zürich. *Anzeiger für Schweizerische Alterthumskunde*, 1888, p. 98-106.

[3] Ed. Hagenbach et F.-A. Forel, Études glaciaires IV. *Arch. des sciences phys. et nat.*, 1889, XXI, p. 5-20.

(Valais), ont permis de fixer la température de la glace à l'intérieur du glacier, grâce à l'emploi de thermomètres spéciaux de grande précision. Cette température est de 0,02° à 0,03° C.; si c'est la pression qui est la cause de cet abaissement (puisqu'à l'extrémité du glacier la glace est à l'état de fusion), cela correspondrait à une pression de 3-4 atmosphères.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

Charles Locher. — Les jeux d'orgue, leur caractéristique et leurs combinaisons les plus judicieuses.

Sous ce titre, M. Locher, l'habile organiste de Berne, vient de faire paraître une édition française d'un ouvrage succinct qui avait déjà été publié en allemand et en anglais. Bien que ce traité s'adresse principalement aux facteurs d'orgues et aux artistes, nous croyons devoir le signaler aussi aux physiciens; ils y trouveront d'utiles renseignements sur la technique des tuyaux sonores et leur timbre, sur la terminologie et sur les progrès qui ont été faits récemment dans la construction des orgues.

J. v. Hepperger. Sur la vitesse de propagation de la gravitation. (*Wien. Ber.*, 97, p. 337-362, 1888. — *Beiblätter zu den Annalen der Ph. und Chem.* Band XIII, Stuck. 1.)

La loi de Newton autorise l'hypothèse que la gravitation a besoin de temps pour mesurer l'espace. La vitesse de propagation ne peut être déduite que de l'influence qu'elle exerce sur le mouvement des corps célestes. En effet, l'action exercée sur un corps à un moment donné dépendrait de la position occupée par les autres corps un instant auparavant. On suppose ici que la vitesse est constante. Il n'est pas pour cela possible d'en déterminer la valeur, — parce que l'observation et le calcul des phénomènes astronomiques présentent autant de concordance qu'on en peut attendre, étant donnée la difficulté des perturbations, — mais on peut

assigner une limite inférieure pour obtenir des résultats qui ne soient pas trop en contradiction avec l'observation. Il résulte de cette limite que le temps que prendrait la gravitation pour parcourir le demi-diamètre de l'orbite de la terre ne dépasse pas une seconde. L. de la R.

G.-H. von Wyss. Ueber den Einfluss..... Influence de l'aimantation sur la résistance électrique du fer. (*Ann. de Wiedemann*, 1889, XXXVI, t. 447.)

Dans ce travail exécuté au Polytechnicum de Zurich, M. de Wyss s'est proposé de compléter les recherches de Thomson, Beetz, Adams, Auerbach, Tomlinson, Goldhammer et Chwolson sur l'accroissement de résistance électrique que le fer manifeste lorsqu'il est aimanté, et en particulier de déterminer d'après quelle loi cette variation dépend de l'intensité de la force magnétisante.

Les fils à étudier étaient placés dans l'axe d'une bobine de dimensions suffisantes pour agir également sur toute leur longueur, et formaient une des branches d'un pont de Wheatstone; afin d'éliminer l'influence de l'échauffement des circuits, la seconde branche du pont comprenait des fils identiques, placés dans une bobine aussi semblable que possible à la première, mais dont les spires étaient liées de manière à se compenser réciproquement et à n'aimanter que le moins possible les fils qu'elle contenait. Enfin un magnétomètre placé entre les deux bobines, de telle façon qu'il ne fût pas influencé par le courant qui les traversait, permettait de mesurer le moment magnétique développé dans les fils de fer. M. de Wyss a vérifié que la variation de résistance est indépendante du sens dans lequel le courant parcourt l'aimant. Si l'on augmente graduellement l'intensité du courant qui traverse les bobines, la résistance des fils aimantés augmente d'abord à peu près proportionnellement, puis de moins en moins vite et tend évidemment vers sa valeur constante. La loi du phénomène se manifeste d'une manière plus simple, si l'on considère non plus l'intensité du courant magnétisant, mais la variation du courant magnétique due à ce courant

(c'est-à-dire la différence qui existe à chaque instant entre le moment temporaire et le moment rémanent). On trouve en effet que la variation de la résistance est sensiblement proportionnelle à la variation du moment magnétique. C. S.

CHIMIE

R. Nietzki et Ed. Lerch. Sur l'acide o-nitranilinesulfurique et dérivés. (*Berichte*, XXI, p. 3220. Bâle.)

L'acétanilide dissoute dans l'acide sulfurique fumant puis nitrée, donne l'acide o-nitraniline sulfurique, très soluble dans l'eau, moins dans l'alcool et les acides dilués; traitée à chaud par la potasse, il se forme le sulfonitrophénol de Kolbe et Gauhe. L'auteur a préparé le dérivé diazoïque, qui donne des matières colorantes et l'acide o. phénylènediaminesulfurique, qui forme des azines avec les o-quinones, et les acides krokonique et rhodizonique. Le dérivé diazoïque a été transformé en acide o-nitrophénylhydrazine-p-sulfurique, celui-ci en son dérivé amidé, qui ne donne pas de tartrazine colorée avec l'acide tartrique.

G. Lunge. Théorie de la formation de l'acide sulfurique dans les chambres de plomb. (*Berichte*, XXI, p. 3223. Zurich.)

Cet article est une réfutation des idées de Raschig sur la théorie de la formation de l'acide sulfurique. Lunge maintient la sienne, qui consiste à dire, comme anciennement, qu'il se forme d'abord de l'acide nitrosylsulfurique

$$HNO_2 + SO_2 + O = SO_2(OH)ONO,$$

et qu'ensuite il y a condensation et non pas réduction, que par conséquent il n'est pas nécessaire que les oxydes supérieurs de l'azote soient réduits jusqu'à l'état de protoxyde, ce qui n'arrive dans les chambres que grâce à l'excès d'acide sulfureux et seulement dans les premières chambres.

Stanislas ONUFROWICZ. β NAPHTOLMONOSULFIDE. (*Berichte*, XXI, p. 3559. Zurich.)

Dahl et C° ont obtenu un corps fusible à 224° par l'action du soufre sur le β naphtol; Tassinari a obtenu le même corps $(C_{10}H_6OH)_2S$ par l'action du bichlorure de soufre sur le β naphtol, par contre, Lange a obtenu une substance fusible vers 210°, à laquelle il donne pour formule $(C_{10}H_6OH)_2S_2$. L'auteur confirme la première formule et a préparé le diacétate de ce corps, aiguilles fusibles à 154°, et le dibenzoate, fusible à 208°, petites feuilles très solubles dans le benzol. En chauffant la β naphtholmonosulfide avec du cuivre en poudre, on obtient du β dinaphtol.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

A LAUSANNE

Séance du 6 mars 1889.

H. Pittier. Tremblements de terre à Costa-Rica. — J. Montfort. Couleur de la mer. — F.-A. Forel. Classification des lacs d'eau douce considérés au point de vue thermique. — Chuard. Décalcification du sol arable. — Mouillefarine. Notice biographique sur la famille Thomas de Bex.

Au nom de M. le prof. H. Pittier, directeur de l'observatoire météorologique de San José de Costa Rica, M. F.-A. Forel présente une *relation abrégée des tremblements de terre désastreux survenus dans la république de Costa Rica* (Amérique centrale) dans la nuit du 29 au 30 décembre 1888 (29 déc. 23 h. 15 m. et 30 déc. 4 h. 12 m. temps moyen de San José), en l'illustrant de tracés sismographiques, de photographies, de tableaux, de rapports imprimés et de plans. M. Pittier attribue cette période sismique à une reprise d'activité des volcans de l'Irazu et du Poas, qu'il a visités lui-même tôt après la catastrophe.

Au nom de M. le Dr J. Montfort, de Morges, attaché au laboratoire chimique municipal de Mendoza, République Argentine, M. Forel communique les observations faites *sur la couleur de la mer en novembre 1888* dans la traversée de l'Atlantique entre Bordeaux et Buénos-Ayres. En utilisant la gamme de couleurs Forel, M. Montfort a constaté que l'océan

Atlantique est en général d'un bleu un peu plus pur que celui du lac Léman (à peu près la teinte de la Méditerrannée de la côte algérienne). Aux îles du cap Vert, le bleu était absolument pur, de la teinte du sulfate de cuivre ammoniacal.

M. Forel expose sa *classification des lacs d'eau douce considérés au point de vue thermique.* Elle est basée :

1° Sur le fait que la stratification de l'eau est : ou bien *directe*, au-dessus de 4°, température du maximum de densité de l'eau pure, l'eau chaude étant moins dense que l'eau froide; ou bien *inverse*, au-dessous de 4°. A ce point de vue les lacs se divisent en trois types :

Lacs tropicaux, avec température superficielle constamment au-dessus de 4°, avec stratification thermique constamment directe.

Lacs tempérés avec température superficielle tantôt plus. tantôt moins élevée que 4°, avec stratification alternante.

Lacs polaires avec température superficielle constamment au-dessous de 4°, avec stratification constamment inverse.

2° Sur le fait que les variations annuelles de la température ne descendent qu'à une profondeur peu considérable, 100 à 150 m. au plus. D'après cela les lacs très profonds échappent dans leurs couches inférieures à la variation annuelle, les lacs peu profonds ont leurs couches inférieures de température variable.

D'après ces deux principes M. Forel divise les lacs en six classes :

Ier type. Lacs tropicaux. Stratification thermique directe.

1re classe. Lacs de grande profondeur. Eaux inférieures de température invariable, au-dessus de 4°. Ex. : lac Léman.

2me classe. Lacs de faible profondeur. Eaux inférieures de température variable, au-dessus de 5°.

IIe type. Lacs tempérés. Stratification thermique alternante.

1re classe. Lacs de grande profondeur. Eaux inférieures invariables à 4°. Ex. : lac de Constance.

2me classe. Lacs de faible profondeur. Eaux inférieures variables au-dessus et au-dessous de 4°. Ex : lac de Morat.

IIIe type. Lacs polaires. Stratification thermique inverse.

1re classe. Lacs de grande profondeur. Eaux inférieures invariables au-dessous de 4°.

2me *classe. Lacs de faible profondeur.* Eaux inférieures variables au-dessous de 4°.

Chaque lac étant exposé à des conditions climatologiques spéciales en raison de son altitude, de sa latitude, et de sa situation géographique, et présentant des conditions spéciales de profondeur et de volume des eaux, chaque lac possède au point de vue thermique des allures particulières et des valeurs thermiques qui lui sont propres.

La définition thermique d'un lac, dans l'intérieur des six classes ci-dessus énumérées, comprend :

a. Pour les eaux supérieures les extrêmes annuels de température.

b. Pour les eaux inférieures : chez les lacs de faible profondeur les extrêmes annuels de température ; chez les lacs de grande profondeur, la température moyenne, et les extrêmes de variation lustrale.

Comme exemple : la définition thermique du lac Léman est : lac de type tropical, de grande profondeur;

Température des eaux supérieures de 4.5° à 23°;

Température moyenne des eaux inférieures 5° ;

Extrêmes de variation lustrale des eaux inférieures de 4.4° à 5.5°.

M. Chuard, prof. donne les résultats d'analyses contribuant à l'étude de la *décalcification du sol arable.* M. Risler a déjà montré que, dans les sols argileux, le carbonate de chaux tend à disparaître de la couche superficielle, entraîné par les eaux d'infiltration chargées d'acide carbonique, pour se déposer à nouveau dans le sous-sol, à l'état d'incrustations calcaires. Dans les sols argileux étudiés par M. Risler, la reconstitution se fait déjà à une faible profondeur, de telle sorte que le labour suffit à ramener dans la couche arable la proportion de chaux nécessaire soit à la neutralisation des acides organiques de l'humus, soit à la nitrification des substances azotées. Dans les sols sablonneux et dans ceux reposant sur la mollasse, la reconstitution du calcaire ne se fait qu'à une plus grande distance de la surface. M. Chuard a constaté dans une carrière de sable les chiffres suivants :

	CaO %
à 10 cm (sable)	7,170
» 20 »	8,591
» 35 »	9,688
» 50 »	12,105
» 65 »	12,969
» 80 »	13,272
» 90 (marne)	19,392
100-250 (sable)	12,240

Dans ce cas la reconstitution du calcaire ne s'est donc opérée qu'à partir de la couche imperméable, à environ 1^m^ de profondeur. La décalcification de la surface peut aller si loin, lorsque des labours ne viennent pas l'entraver que dans la terre végétale d'une prairie naturelle, sur le sable glaciaire en question, on a constaté l'absence complète de carbonate de chaux et la présence de 0,088 % seulement de chaux combinée aux substances organiques.

D'autre part une terre végétale reposant sur la mollasse renfermait 0,096% de chaux, tandis que la mollasse elle-même, soit le sous-sol en contenait 6,204 %.

M. le prof. L. Favrat donne lecture d'une intéressante étude biographique parue dans le Bulletin de la Société botanique de France sur *la famille Thomas de Bex* par M. Mouillefarine (*voir aux mémoires*).

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE GENEVE

Séance du 8 mars 1889.

S. Levy, A. Curchod et F.-C. Witte. Tétrachloracétone et tétrachlorodiacétyle. — A. Pictet. Action de l'oxychlorure de phosphore et de l'acide chlorosulfonique sur l'acétanilide. — C. Arbenz. Acide phénylsalicylique. — E. Bourcart. Dérivés de la dibenzylkétone. — C. Græbe. Constitution de la phtalimide.

M. S. Levy a continué, en collaboration avec MM. A. Curchod et F.-C. Witte, l'étude des deux produits neutres qu'il a obtenus en traitant l'acide chloranilique par le chlorate de potasse et l'acide chlorhydrique [1].

Le premier de ces corps, qui possède la formule $C_4H_2Cl_4O_2$, doit être considéré comme le *tétrachlorodiacétyle symétrique*, $CHCl_2—CO—CO—CHCl_2$. Le fait qu'il ne se combine qu'avec une seule molécule de phénylhydrazine aurait pu conduire à lui attribuer de préférence la constitution

$$CHCl_2—CO—COH{=}CCl_2\,;$$

mais les deux observations suivantes décident en faveur de la première formule :

1° Le corps $C_4H_2Cl_4O_2$ fournit avec l'ortho-phénylène-diamine un composé fusible à 178°, cristallisant dans le benzol en tables incolores, et possédant la structure suivante :

[1] *Archives,* XVIII, 561; XX, 199.

$$\begin{array}{l} CHCl_2\text{—}C{=}N \\ \qquad\quad\ | \qquad > C_6H_4 \\ CHCl_2\text{—}C{=}N \end{array}$$

2° Il se transforme, sous l'action de l'acide prussique, en un dinitrile :

$$\begin{array}{l} CHCl_2\text{—}COH\text{—}CN \\ \\ CHCl_2\text{—}COH\text{—}CN. \end{array}$$

Les auteurs se proposent de saponifier ce nitrile et d'étudier l'action de l'éthylène-diamine et de l'ammoniaque sur le tétrachlorodiacétyle.

Le second produit de décomposition de l'acide chloranilique constitue la *tétrachloracétone symétrique,*

$$CHCl_2\text{—}CO\text{—}CHCl_2.$$

Il a été préparé également par l'action du chlorate de potasse et de l'acide chlorhydrique sur le trichlorotrikétopentaméthylène (Hantzsch) et sur le triamidophénol (Levy et Weber). Il est transformé par le perchlorure de phosphore en hexachloropropane, $CHCl_2\text{—}CCl_2\text{—}CHCl_2$, et en pentachloropropylène, $CHCl_2\text{—}CCl{=}CCl_2$. L'ammoniaque le convertit en un produit d'addition, $(CHCl_2)_2{=}COH\text{—}NH_2$. Il fournit avec l'acide prussique le nitrile de l'acide tétrachloroxyisobutyrique, $(CHCl)_2{=}COH\text{—}CN$; la saponification de ce corps n'a pas jusqu'à présent fourni l'acide correspondant, mais seulement l'amide (point de fusion 155°).

Enfin la tétrachloracétone se combine avec la phénylhydrazine pour former un corps fusible à 127°, dont la constitution doit probablement être exprimée par l'un des deux schémas suivants :

$$\begin{array}{l} CH{=}N\text{—}N\text{—}C_6H_5 \\ | \\ C \\ | \\ CH{=}N\text{—}N\text{—}C_6H_5 \end{array} \qquad \begin{array}{ccccc} C_6H_5\text{—}N\text{—}N{=}CH & & CH{=}N\text{—}N\text{—}C_6H_5 \\ | \qquad\quad | & & | \qquad\quad | \\ | \qquad\quad C & = & C \qquad\quad | \\ | \qquad\quad | & & | \qquad\quad | \\ C_6H_5\text{—}N\text{—}N{=}CH & & CH{=}N\text{—}N\text{—}C_6H_5 \end{array}$$

Traité par l'acide nitrique fumant, ce dernier donne le dérivé

$$\begin{array}{l} CH{=}N{-}N{-}C_6H_4{-}NO_2 \\ | \qquad\quad | \\ CO \qquad\, | \\ | \qquad\quad | \\ CH{=}N{-}N{-}C_6H_4{-}NO_2. \end{array}$$

M. A. Pictet, poursuivant ses recherches sur l'*action des chlorures d'acides sur les anilides*[1], a traité l'acétanilide par l'oxychlorure de phosphore et par l'acide chlorosulfonique. Ces deux chlorures inorganiques ne se comportent pas de même que les chlorures organiques étudiés jusqu'à présent.

L'action de l'oxychlorure de phosphore sur l'acétanilide semble au premier abord être analogue à celle du chlorure de benzoyle; elle donne naissance, en effet, à du chlorure d'acétyle. Mais la quantité de ce produit équivaut à la moitié seulement de la quantité théorique, et le résidu de l'opération ne constitue pas, comme on aurait dû s'y attendre, la phosphanilide, mais le phosphate d'une base $C_{14}H_{14}N_2$, qui n'est autre chose que la *diphénylacétamidine*,

$$\begin{array}{l} C_6H_5{-}NH\searrow \\ \qquad\qquad\quad\; C{-}CH_3. \\ C_6H_5{-}N{\nearrow\!\!\nearrow} \end{array}$$

La réaction est donc plus compliquée que celle que fournissent les chlorures d'acides organiques et peut être représentée par l'équation suivante :

$$6C_6H_5{-}NH{-}CO{-}CH_3 + POCl_3 = 3CH_3 - COCl + (C_{14}H_{14}N_2)_3\, H_3PO_4$$

L'acide chlorosulfonique, $SO_2\,(OH)\,Cl$, agit très vivement à froid sur l'acétanilide; il se produit un violent dégagement d'acide chlorhydrique, et l'on obtient comme résidu une masse vitreuse, jaune clair, qu'il est difficile de purifier parce qu'elle est décomposée par la chaleur, l'eau et l'alcool. Mais les produits mêmes de sa décomposition montrent que ce corps doit posséder la formule suivante :

[1] *Archives*, XIX, 563.

$$C_6H_5{-}N<\begin{matrix}CO{-}CH_3\\ SO_2{-}OH\end{matrix},$$

et constituer par conséquent le dérivé acétylé du véritable acide sulfanilique encore inconnu.

En effet, la solution ammoniacale du corps en question, limpide au premier moment, se trouble d'elle-même au bout de quelques minutes, et finit par se prendre entièrement en un magma de cristaux d'acétanilide. Le liquide filtré renferme de l'acide sulfurique, mais pas d'acide sulfanilique. Ce fait prouve que le groupe SO_3H est lié à l'azote et non au noyau benzénique.

La masse vitreuse se dissout aussi dans l'alcool; mais cette solution se décompose également au bout de peu de temps, en donnant de l'éther acétique et de l'acide sulfanilique ordinaire :

$$C_6H_5{-}N<\begin{matrix}COCH_3\\ SO_3H\end{matrix} + C_2H_5OH = C_2H_5O{-}COCH_3 + C_6H_5{-}NH{-}SO_3H.$$

Ce dernier corps étant instable, il y a transposition immédiate en

$$C_6H_4<\begin{matrix}SO_3H\\ NH_2.\end{matrix}$$

M. C. Arbenz communique les résultats d'un travail sur l'*acide phénylsalicylique*,

$$C_6H_4<\begin{matrix}OC_6H_5\\ COOH.\end{matrix}$$

Cet acide, isomérique avec le salol, a été préparé d'après la méthode exposée dans une précédente séance par M. le prof. Græbe [1]. Il a une grande tendance à se convertir en *oxyde de diphénylène-kétone*,

[1] *Archives*, XIX, 295.

$$C_5H_4 < \begin{matrix} O \\ CO \end{matrix} > C_6H_4.$$

Cette transformation, que M. Græbe avait déjà opérée au moyen de l'acide sulfurique, a également lieu lorsqu'on traite l'acide par le perchlorure de phosphore, ou qu'on le chauffe en tubes scellés avec de l'acide chorhydrique ou iodhydrique.

M. C. Arbenz a réussi à déterminer la constitution de l'*isoeuxanthone*, découverte par MM. Græbe et Ebrard. En faisant agir l'acide nitrique sur l'acide phénylsalicylique, il a obtenu un dérivé dinitré.

$$NO_2—C_6H_3 < \begin{matrix} O—C_6H_4—NO_2 \\ COOH. \end{matrix}$$

Celui-ci doit renfermer les deux groupes NO_2 dans la position *para*, car il peut être dédoublé en acide paranitrosalicylique et paranitrophénol. Or, ce dérivé dinitré fournit, sous l'influence de l'acide sulfurique, l'oxyde de diphénylène-kétone dinitré de Wichelhaus et Salzmann, lequel, par un traitement convenable, se transforme en isoeuxanthone. La constitution de ce dernier corps se trouve ainsi fixée.

M. E. Bourcart a entrepris l'étude de la *dibenzylkétone* dans l'espérance de convertir ce corps en une dikétone et, si possible, en une trikétone. En faisant agir le brome sur la dibenzylkétone, il a obtenu les quatre dérivés suivants :

Dérivé monobromé, fusible à		43-44°.
» dibromé	»	110-111°.
» tribromé	»	81°.
» tétrabromé	»	84°.

On peut enlever à ces composés tout leur brome en les traitant en tubes scellés par l'eau ou l'alcool. Le dérivé dibromé, chauffé à 160-170° avec de l'eau à laquelle on a ajouté la quantité de magnésie nécessaire pour saturer l'acide bromhydrique formé, fournit deux corps. Le premier

a une composition qui répond à la formule de la dikétone $C_6H_5—CH_2—CO—CO—C_6H_5$; il fond à 95°, se dissout dans l'alcool, mais est insoluble dans la ligroïne. Le second semble posséder la formule $C_{15}H_{10}O$.

Des recherches analogues sur la méthyldésoxybenzoïne de Mann occupent en ce moment M. Bucher.

M. le prof. Græbe parle ensuite de la *constitution de la phtalimide*, qui n'est pas définitivement fixée. On peut hésiter encore entre les deux formules suivantes :

$$C_6H_4 < \begin{matrix} CO \\ CO \end{matrix} > NH \qquad C_6H_4 < \begin{matrix} C{=}NH \\ CO \end{matrix} > O$$

Il a cherché à trancher cette question par l'étude de la *thiophtalide*, que l'on obtient en réduisant la phtalimide, nitrosant le produit et traitant la nitrosophtalimidine par le sulfhydrate de soude. Les premiers résultats de ses expériences, qu'il se propose du reste de poursuivre, conduisent à admettre pour la thiophtalide la constitution suivante :

$$C_6H_4 < \begin{matrix} CH_2 \\ CO \end{matrix} > S,$$

ce qui tendrait à prouver que c'est la première des deux formules de la phtalimide indiquées plus haut qui doit être préférée. A. P.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

MARS 1889

Le 4, gelée blanche le matin; petite giboulée de neige à 5 h. 25 du soir.

5, 6 et 7, forte gelée blanche le matin.

12, fort vent dans la nuit; forte bise depuis 9 h. du soir.

13, forte bise jusqu'à 10 h. du matin.

15, très forte bise pendant tout le jour.

16, id.

18, gelée blanche le matin; hâlo solaire à 1 h. du soir.

22, forte bise depuis 7 h. du soir.

23, forte bise jusqu'à 7 h. du matin et de 1 h. à 9 h. du soir.

27, forte bise de 10 h. du matin à 1 h. du soir.

28, forte bise pendant tout le jour.

30, brouillard à 9 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm
Le 6 à 9 h. matin	731,14
9 à 11 h. soir	723,42
13 à 10 h. soir	730,97
17 à 9 h. matin	734,56
24 à 10 h. matin	735,57
29 à 8 h. matin	734.84

MINIMUM.	mm
Le 8 à 6 h. soir	719,05
11 à 6 h. matin	715,71
14 à 3 h. soir	726,54
21 à 4 h. soir	709,84
27 à 4 h. matin	721,78

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation. Minim.	Fract. de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.				°	°	cm
1	719,71	— 6,12	719,10	721,15	— 0,52	— 3,50	— 3,1	+ 2,7	793	+ 5	600	880	. . .	. . .	S. 1	0,98	+ 4,4	—1,0	110,5
2	721,43	— 4,33	720,64	722,20	0.00	— 3,09	— 3,2	+ 5,2	695	— 91	430	800	. . .	. . .	SSO. 1	0,87	4,4	—1,1	109,5
3	721,97	— 3,73	721,05	722,97	— 1,38	— 4,58	— 4,8	+ 1,9	745	— 38	590	810	. . .	. . .	N. 1	0,13	. . .	. . . . .	109,0
4	725,19	— 0,45	723,09	726,85	— 1,51	— 4,83	— 6,8	+ 3,7	740	— 41	620	810	0,0	. . .	variable	0,77	4,5	—1,0	107,0
5	727,56	+ 1,98	726,43	729,42	— 1,27	— 4,70	— 7,1	+ 3,2	751	— 28	530	860	. . .	. . .	S. 1	0,18	4,5	—1,1	106,0
6	730,41	+ 4,88	729,52	731,14	— 1,30	— 4,85	— 7,7	+ 3,8	722	— 54	590	830	. . .	. . .	NE. 1	0,05	4,5	—1,1	104,8
7	726,92	+ 1,45	724,52	730,07	+ 0,13	— 3,53	— 6,1	+ 3,9	683	— 91	460	880	0,0	. . .	variable	0,82	4,9	—0,8	105,0
8	721,44	— 3,97	719,05	724,36	+ 3,21	— 0,57	+ 0,1	+ 6,3	869	+ 98	750	950	4,9	8	N. 1	0,82	5,0	—0,7	104,5
9	721,95	— 3,41	719,48	723,42	+ 6,83	+ 2,93	+ 3,2	+12,9	845	+ 46	560	950	5,5	5	SSO. 1	0,98	5,0	—0,8	104,0
10	720,95	— 4,35	718,00	723,18	+ 5,89	+ 1,87	+ 2,1	+ 9,8	820	+ 54	700	930	. . .	. . .	variable	0,95	. . .	. . . . .	102,0
11	716,76	— 8,49	715,71	718,99	+ 7,62	+ 3,48	+ 3,5	+12,1	784	+ 20	580	920	2,7	3	variable	0,90	6,0	+0,1	102,0
12	725,46	+ 0,26	719,37	729,50	+ 3,58	— 0,68	+ 1,5	+ 7,8	755	— 6	630	840	0,5	2	NNE. 1	1,00	6,1	+0,2	103,9
13	730,24	+ 5,09	729,45	730,97	+ 2,56	— 1,82	0,0	+ 5,2	696	— 63	560	840	. . .	. . .	NNE. 1	0,65	5,1	—0,9	101,5
14	728,18	+ 3,08	726,54	730,75	+ 3,19	— 1,32	— 1,4	+ 7,9	684	— 72	480	880	. . .	. . .	NNE. 1	0,72	5,1	—0,9	102,2
15	727,62	+ 2,57	728 35	730,84	— 0,45	— 5,08	— 5,0	+ 3,0	719	— 35	580	790	. . .	. . .	NNE. 3	0,47	5,0	—1,1	107,5
16	731,38	+ 6,37	730,69	733,41	— 5,05	— 9 80	— 8,4	— 2,5	655	— 96	430	820	. . .	. . .	NNE. 3	0,10	3,6	—2,6	107,5
17	733,27	+ 8,31	731,87	734,56	— 2,01	— 6,89	— 8,2	+ 3,6	706	— 43	580	780	. . .	. . .	N. 1	0,67	. . .	. . . . .	99,0
18	727,22	+ 2,30	723,20	731,52	+ 2,29	— 2,71	— 6,2	+ 7,9	600	—147	440	760	. . .	. . .	S. 1	0,60	5,0	—1,3	96,3
19	719,82	— 5,06	716,83	723,36	+ 8,25	+ 3,12	+ 4,0	+12,8	544	—200	390	780	0,0	. . .	SSO. 1	1,00	5,0	—1,3	94,5
20	712,03	—12,81	710,43	716,31	+ 5,02	— 0,24	+ 1,7	+ 7,6	826	+ 84	710	900	16,1	12	SO. 1	1,00	5,7	—0,7	89,7
21	711,16	—13,65	709,84	714,71	+ 6,48	+ 1,10	+ 2,3	+11,6	634	—106	450	780	3,0	2	SSO. 1	1,00	6,5	0,0	86,0
22	719,42	— 5,35	715,00	725,46	+ 5,23	— 0,28	+ 2,6	+ 7,9	689	— 49	560	820	. . .	. . .	NNE. 1	0,85	5,9	—0,6	90,0
23	730,40	+ 5,66	725,73	734,68	+ 3,26	— 2,38	+ 1,2	+ 5,2	664	— 71	600	730	. . .	. . .	NNE. 2	0,98	5,8	—0,8	89,0
24	734,67	+ 9,96	733,71	735,57	+ 4,31	— 1,46	+ 1,0	+ 8,0	584	—149	410	680	. . .	. . .	N. 1	0,27	. . .	. . . . .	88,0
25	730,04	+ 5,36	725,69	733,89	+ 5,51	— 0,39	— 0,1	+ 9,9	685	— 46	520	820	0,0	. . .	variable	0,92	6,0	—0,7	86,0
26	723,03	— 1,62	722,28	724,99	+ 5,35	— 0,68	+ 2,5	+10,0	762	+ 33	510	880	3,0	. . .	N. 1	0,93	6,0	—0,8	84,4
27	723,66	— 0,97	721,78	726,32	+ 4,31	— 1,86	+ 1,4	+ 6,3	639	— 88	450	760	0,0	. . .	NNE. 1	0,98	5,8	—1,1	83,8
28	730,01	+ 5,41	726,58	733,72	+ 4,10	— 2,20	+ 1,9	+ 6,8	594	—131	460	720	. . .	. . .	NNE. 2	0,53	5,6	—1,4	82,0
29	733,52	+ 8,94	732,29	734,84	+ 4,18	— 2,25	— 1,0	+ 9,0	540	—183	410	670	. . .	. . .	N. 1	0,20	5,8	—1,2	79,5
30	730,44	+ 5,88	727,90	732,99	+ 5,21	— 1,35	— 0,8	+10,0	559	—162	330	730	. . .	. . .	N. 1	0,57	6,0	—1,1	76,0
31	724 52	— 0,03	722,44	727,77	+ 8 61	+ 1,91	+ 3,9	+13,3	666	— 53	530	810	. . .	. . .	SSO. 1	1,00	. . .	. . . . .	75,0
Mois	725,17	+ 0,14			+ 2,95	— 1,65			697	— 57						0,71	5,28	—0,84	96,33

MOYENNES DU MOIS DE MARS 1889.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	723,83	723,70	724,05	724,27	723,62	723,16	723,56	723,80
2e »	725,83	725,25	725,28	725,30	724,89	724,69	725,07	725,27
3e »	726,28	726,09	726,43	726,68	726,28	725,90	726,66	727,21
Mois	725,34	725,05	725,29	725,46	724,97	724,63	725,15	725,48
Température.								
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 0,93	— 1,91	— 1,94	+ 1,70	+ 4,00	+ 4,14	+ 2,37	+ 0,62
2e »	+ 1,83	+ 1,03	+ 0,96	+ 2,86	+ 4,23	+ 4,42	+ 2,84	+ 1,83
3e »	+ 3,74	+ 3,11	+ 3,14	+ 6,02	+ 6,90	+ 7,46	+ 5,84	+ 4,93
Mois	+ 1,62	+ 0,82	+ 0,80	+ 3,61	+ 5,10	+ 5,41	+ 3,75	+ 2,54
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	822	861	852	754	624	669	733	791
2e »	724	773	763	673	618	604	706	714
3e »	705	744	730	593	529	518	624	660
Mois	749	791	780	671	588	595	685	720

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre
	0	0	0		mm	cm
1re décade	— 3,34	+ 5,34	+ 4,65	0,65	10,4	106,23
2e »	— 1,85	+ 6,54	+ 5,18	0,71	19.3	100,41
3e »	+ 1,35	+ 8,91	+ 5.93	0,75	6,0	83,61
Mois	— 1,19	+ 6,99	+ 5,28	0,71	35,7	96 33

Dans ce mois l'air a été calme 5,9 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 3,05 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 15°1, E. et son intensité est égale à 46,2 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MARS 1889.

Le 1er, brouillard à 4 h. du soir.

2, brouillard jusqu'à 7 h. du matin ; forte bise à 7 h. du soir.

7, fort vent jusqu'à 10 h. du matin.

8, neige jusqu'à 7 h. du matin et depuis 10 h. du soir ; brouillard de 1 h. à 7 h. du soir.

9, brouillard depuis 7 h. du soir.

10, brouillard pendant tout le jour ; fort vent à 1 h. du soir.

11, brouillard jusqu'à 10 h. du matin ; fort vent jusqu'à 7 h. du matin et de 1 h. à 4 h. du soir ; neige depuis 4 h. du soir.

12, brouillard pendant tout le jour.

14, légère neige à 7 h. du matin, puis brouillard.

15, très forte bise pendant tout le jour ; légère neige à 7 h. du matin ; brouillard à 10 h. du matin.

16, brouillard de 4 h. à 7 h. du soir.

19, légère neige à 4 h. du soir ; brouillard depuis 7 h. du soir.

20, fort vent jusqu'à 1 h. du soir ; neige jusqu'à 4 h. du soir.

22, neige dans la nuit ; brouillard jusqu'à 7 h. du matin, à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir.

25, brouillard depuis 4 h. du soir.

26, neige par une forte bise pendant tout le jour.

27, forte bise depuis 1 h. du soir.

28, forte bise jusqu'à 10 h. du matin ; brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 4 h. du soir.

29, forte bise depuis 10 h. du soir.

30, brouillard depuis 1 h. du soir.

31, brouillard jusqu'à 7 h. du matin et depuis 7 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm
Le 6 à 8 h. soir	563,44
10 à 1 h. matin	560,85
13 à 9 h. soir	563,20
17 à 11 h. soir	564,40
24 à 11 h. soir	566,62
29 à 7 h. soir	565,57

MINIMUM.	mm
Le 9 à 4 h. matin	558,25
11 à 2 h. soir	555,95
15 à 6 h. matin	554,35
20 à 7 h. soir	548,58
27 à 4 h. matin	553,67

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent	Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum absolu.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.	dominant.	
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim			
1	551,02	— 8,67	550,33	552,10	—16,39	— 8,16	—19,5	—12,9	.....	.....	....	NE. 1	0,37
2	552,65	— 7,03	551,84	553,50	—16,94	— 8,77	—19,4	—13,8	.....	.....	....	NE. 1	0,32
3	553,46	— 6,22	553,08	554,02	—14,92	— 6,81	—18,2	—11,0	.....	.....	....	NE. 1	0,13
4	556,21	— 3,46	554,20	557,53	—14,47	— 6,42	—17,7	—10,0	.....	.....	....	variable	0,18
5	559,04	— 0,63	557,75	560,74	—13,00	— 5,01	—16,4	— 7,2	.....	.....	....	NE. 1	0,08
6	562,18	+ 2,52	560,90	563,44	—11,55	— 3,63	—14,4	— 8,3	.....	.....	....	NE. 1	0,00
7	561,81	+ 2,15	560,98	563,15	—10,82	— 2,97	—12,7	— 6,8	.....	.....	....	SO. 1	0,47
8	559,56	— 0,10	558,87	560,95	— 9,54	— 1,76	—11,0	— 7,8	100	12,7	....	SO. 1	0,93
9	559,20	— 0,47	558,25	560,63	— 5,79	+ 1,92	— 9'0	— 1,2	.....	.....	....	SO. 1	0,70
10	560,07	+ 0,40	559,15	560,85	— 7,35	+ 0,29	— 7,8	— 5,0	.....	.....	....	SO. 1	1,00
11	556,93	— 2,75	555,95	558,90	— 5,70	+ 1,86	— 7,2	— 3,7	130	20,2	....	SO. 2	0,98
12	558,69	— 1,00	556,75	561,10	— 8,10	— 0,62	— 9,2	— 6,3	.....	.....	....	NE. 1	1,00
13	562,37	+ 2,67	561,47	563,20	— 7,00	+ 0,40	—11,0	— 2,5	.....	.....	....	variable	0,00
14	560,22	+ 0,51	557,42	562,97	—10,20	— 2,88	—12,0	— 7,5	.....	.....	....	NE. 1	1,00
15	555,09	— 4,64	554,35	556,96	—18,92	—11,69	—22,5	—11,9	.....	.....	....	NE. 2	0,63
16	557,09	— 2,66	555,92	559,80	—20,34	—13,20	—22,6	—15,4	.....	.....	....	NE. 1	0,35
17	562,60	+ 2,83	559,95	564,40	—12,17	— 5,12	—19,6	— 9,6	.....	.....	....	NE. 1	0,05
18	563,24	+ 3,45	561,20	564,35	— 2,50	+ 4,46	—10,6	+ 3,2	.....	.....	....	NE. 1	0,23
19	558,36	— 1,46	556,07	560,90	— 6,92	— 0,05	— 8,2	— 4,0	.....	.....	....	SO. 1	0,75
20	551,24	— 8,61	548,58	555,97	— 8,39	— 1,62	—10,6	— 5,6	140	14,0	....	SO. 2	0,75
21	549,34	—10,54	548,85	550,85	— 7,44	— 0,77	—12,0	— 4,5	.....	.....	....	SO. 1	0,40
22	554,05	— 5,86	551,07	558,15	— 9,27	— 2,70	—12,7	— 5,7	35	3,5	....	NE. 1	0,85
23	562,30	+ 2,36	558,30	566,10	— 7,69	— 1,22	—12,7	— 3,0	.....	.....	....	NE. 1	0,10
24	566,35	+ 6,37	566,06	566,62	— 7,70	— 1,33	— 9,9	— 3,0	.....	.....	....	NE. 1	0,00
25	564,41	+ 4,39	561,75	566,58	— 4,59	+ 1,67	— 8,4	— 2,3	.....	.....	....	NE. 1	0,58
26	556,53	— 3,53	554,17	560,95	— 9,29	— 3,13	—11,0	— 5,8	80	8,3	....	NE. 2	1,00
27	555,26	— 4,84	553,67	557,58	—11,34	— 5,29	—12,5	— 9,8	.....	.....	....	NE. 2	0,50
28	560,78	+ 0,63	557,90	563,66	—10,82	— 4,88	—12,3	— 7,5	.....	.....	....	NE. 1	0,90
29	565,00	+ 4,80	564,00	565,57	— 9,54	— 3,71	—12,4	— 6,2	.....	.....		NE. 1	0,03
30	564,36	+ 4,11	562,94	565,10	— 5,02	+ 0,70	—11,1	— 1,7	.....	.....		NE. 1	0,75
31	560,79	+ 0,49	559,75	562,90	— 3,60	+ 2,00	— 6,7	+ 1,8	.....	... .		SO. 1	0,53
Mois.	558,71	— 1,00			— 9,91	— 2,59							0,50

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — MARS 1889.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	557,31	557,01	557,07	557,49	557,56	557,64	557,99	558,09
2e » ...	559,28	558,69	558,64	558,67	558,38	558,13	558,40	558,47
3e » ...	559,63	559,41	559,63	559,93	559,86	559,95	560,40	560,57
Mois	558,77	558,40	558,49	558,74	558,64	558,62	558,98	559,09

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	−13,56	−11,14	− 9,42	− 9,99	−12,43	−12,80
2e » ...	−10,70	− 8,64	− 7,53	− 8,30	−10,63	−11,23
3e » ...	− 9,84	− 6,53	− 4,92	− 6,39	− 7,74	− 8,54
Mois	−11,32	− 8,70	− 7,21	− 8,17	−10,18	−10,78

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée
	0	0		mm	mm
1re décade...	− 14,61	− 8,40	0,42	12,7	100
2e » ...	− 13,35	− 6,33	0,57	34,2	270
3e » ...	− 11,06	− 4,34	0,51	11,8	115
Mois	− 12,95	− 6,29	0,50	58,7	485

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,03 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 39,2 sur 100.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DU

LACTARIUS PIPERATUS

PAR

MM. Robert CHODAT et Ph. CHUIT

Communiqué à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève
dans sa séance du 4 avril 1889.

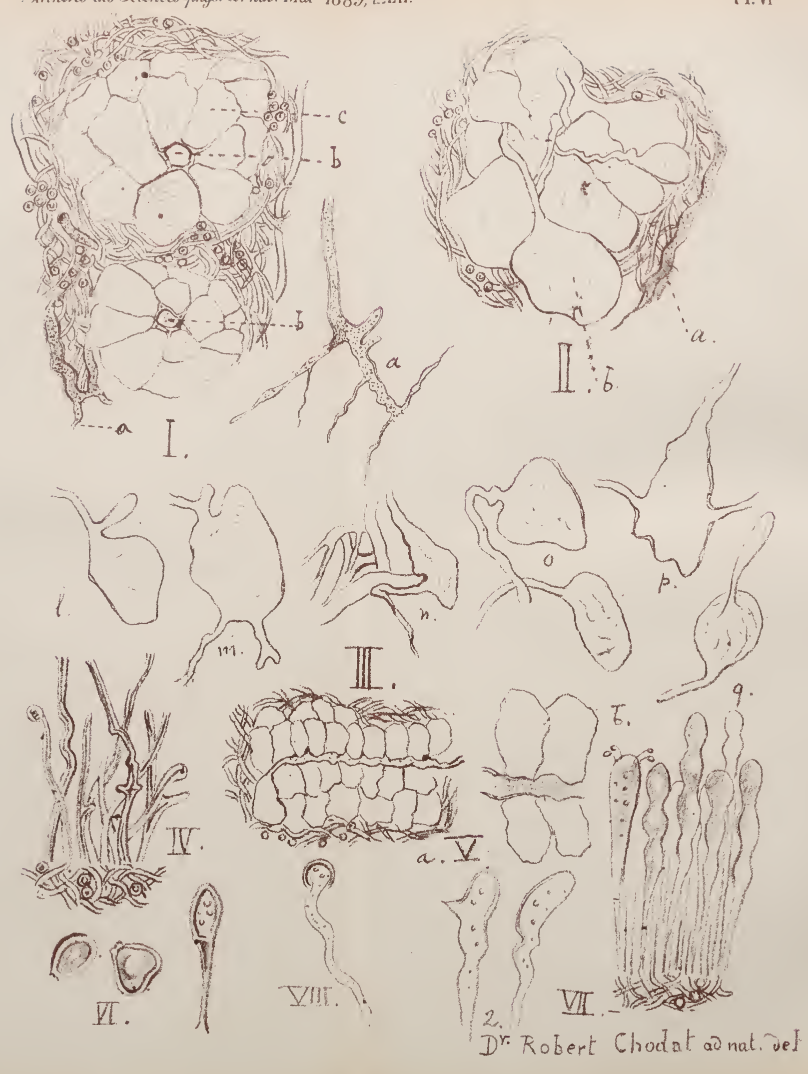
Avec planche VI.

Le *Lactarius piperatus* Scop. est probablement celui de nos grands champignons qui est le plus répandu et le plus abondant dans les forêts d'arbres à feuilles de la plaine. Il évite ordinairement avec soin les forêts de conifères et ne monte pas dans les montagnes. Il diffère en ceci considérablement de son congénère le *Lactarius deliciosus* qui préfère les forêts d'arbres à aiguilles et monte très haut dans le Jura. Nous avons eu souvent l'occasion de constater d'une manière frappante cette préférence pour les différentes essences. Dans les bois qui couvrent les collines devant Bienne, les essences sont nettement

délimitées et sur un parcours de moins d'une demi-heure on peut passer plusieurs fois d'une forêt d'arbres à aiguilles à une autre d'arbres à feuilles (hêtres et chênes). Le *Lactarius piperatus* manque alors toujours dans les premières, tandis qu'il réapparaît dans les secondes. L'exposition nord ou sud paraît lui être indifférente, en effet, dans ces mêmes forêts on le trouve aussi bien sur le flanc méridional que sur celui qui regarde le Jura, sa présence n'étant déterminée que par la qualité des essences formant forêt.

Presque partout il apparaît en troupe et forme alors la majeure partie du tapis mycologique. Dans les environs de Genève, nous l'avons toujours trouvé en masse, depuis le commencement de l'été jusqu'à l'arrière-automne, si la température et l'humidité lui avaient été favorables. Il croît sur le sol et acquiert rapidement une dimension très considérable; à mesure qu'il grandit, son chapeau, d'abord ombiliqué et enroulé sur les bords, se redresse, s'invagine et finit par former une coupe en entonnoir. Il est alors d'un blanc jaunâtre terne, avec des lamelles légèrement plus foncées. Les limaces, qui attaquent indifféremment toute espèce de champignons, ne les dédaignent pas, surtout lorsqu'ils ont atteint leur complet développement. Le chapeau n'est pas zoné, légèrement pelucheux ou finement ridé, il porte des lamelles dichotomes très raides, serrées, très étroites, un peu décurrentes sur le stipe. Ce dernier est plein, blanc à l'intérieur comme à l'extérieur, ordinairement très court. Le champignon tout entier est compact, assez dur; sa cassure est irrégulière, mais nullement fibreuse, pas même dans le stipe. A peine brisé, il émet un suc laiteux blanc qui sort abondamment sous forme de fines gouttelettes qui, s'associant à d'autres, coulent

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS


c
b
b
a
a
I.
a.
II.
b.
l.
m.
n.
o
p.
III.
IV.
a. V.
b.
q.
VI.
VIII.
2.
VII.
Dr. Robert Chodat ad nat. del.

sur le bord du chapeau et des lamelles. Ces dernières cependant n'en donnent point, tandis que le stipe est presque aussi lactescent que le chapeau. Ce lait sort d'autant plus abondamment que le champignon est plus jeune. Chez les individus plus âgés il ne sort pas immédiatement et ce n'est qu'au bout d'un moment qu'on aperçoit les premières gouttes. Nous avons aussi remarqué que ce champignon est plus lactescent par les temps humides que par les sécheresses. La saveur du lait est fortement poivrée et produit un sentiment d'âcreté dans l'arrière-gorge. Elle est loin d'être la même à toute saison et chez tous les individus. Tandis que chez les uns le lait est si fort qu'une goutte sur la langue produit immédiatement une forte irritation persistant souvent plusieurs heures, chez d'autres il est moins poivré et enfin chez d'autres il ne possède plus aucune âcreté bien appréciable. Par contre, la chair des uns et des autres est fortement poivrée et âcre, même chez ceux qui ont un lait doux. Cette diminution dans l'âcreté du lait correspond à une température sèche et froide. La plupart des exemplaires que nous avons récoltés vers la fin de l'automne avaient le lait doux. On peut tirer une conclusion très simple de ces faits : c'est que la substance poivrée est élaborée dans le faux parenchyme et qu'elle passe de là, quand les circonstances sont favorables, dans le système sécréteur. Ces conditions favorables sont en premier lieu une température et une humidité relativement élevées, qui augmentent la turgescence. Nous avons aussi remarqué que l'âcreté et le goût poivré du lait disparaissent rapidement si ce dernier est mélangé en présence de l'air avec de l'eau ; au bout de peu de minutes toute saveur disparaît. Il n'en est plus de même si, au lieu de le diluer, on le

concentre en le laissant s'épaissir sur la main ou un objet quelconque. Cet objet ou la main portés à la bouche produisent une sensation de brûlure aussi vive, sinon plus, que le lait frais, même après plusieurs heures de dessiccation. Nous avons encore fait l'essai suivant : Des Lactaires frais possédant un goût poivré intense ont été pulvérisés et broyés et la masse ainsi obtenue a été laissée à elle-même durant un jour. Au bout de ce temps le goût poivré avait complètement disparu. On sait d'ailleurs depuis longtemps que le champignon bouilli n'a plus d'âcreté.

Le *Lactarius piperatus* se putréfie difficilement ; lorsqu'il est vieux il se ratatine et se dessèche. Nous en avons cependant trouvés qui avaient les lamelles en partie liquéfiées. On y trouvait des bactéries immenses présentant des mouvements lents, ordinairement isolées ou accolées deux par deux, à extrémités arrondies. Ces organismes, à cause de leur grandeur et de leur forme caractéristiques, nous paraissent être le *Bacillus megatherium*, D. B. De Bary l'a rencontré sur des choux cuits qui avaient été exposés à l'air ; on l'a retrouvé depuis dans différents liquides de macération et dans l'eau parmi les Algues putréfiées[1].

De Bary et avant lui Hoffmann et Bonorden[2] ont examiné la structure du péridium des Lactaires. Le premier a travaillé sur des échantillons de *Lactarius subdulcis*, Bonorden sur *L. pallidus* et Hoffmann sur *L. mitissimus*. Ces auteurs ont reconnu que les tissus des Lactaires et des Russules étaient différenciés en cellules grosses et en cellules petites ; ils ont aussi remarqué que sur la coupe

[1] Macé, *Bactériologie*, 1889, p. 579.
[2] D. Bary, *Morph. v. Phys. der Pilze.*

transversale du chapeau on voit les grosses cellules disposées en rosette autour d'un centre que Hoffmann prenait pour un méat (lacune) et que De Bary considère comme un canal. Ce dernier base son opinion sur le fait qu'il a vu ici et là dans la paroi qui sépare le canal central des cellules en rosettes, des petits méats qui sembleraient militer en faveur d'une double membrane. Il dit d'ailleurs que tout ceci est à revoir de plus près. Ces auteurs ont aussi étudié la marche des tubes lacticifères et leur structure. Nous avons repris l'étude complète des tissus et, quoique nous ne nous soyons adressé qu'à une seule espèce (autre que celles qui ont été examinées par les auteurs précités), nous croyons que nos observations peuvent s'appliquer aux autres espèces du groupe.

On voit sur une coupe tangentielle passant par les lamelles et la partie correspondante du chapeau, l'hymenium recouvrant toute la surface des lamelles et même aussi les sinus qui les séparent.

Toute la partie centrale des lamelles est formée par des hyphes entrelacées, mais marchant en général parallèlement. Ces hyphes sont minces et entremêlées d'autres un peu plus grosses. On en voit beaucoup coupées transversalement, ce qui fait qu'on peut aisément juger de leur diamètre réel. Du faisceau central partent de nombreuses hyphes qui, s'incurvant vers l'extérieur, forment par la réunion de leurs extrémités, disposées parallèlement les unes avec les autres, une couche externe, l'hymenium. Ces filaments ne diffèrent pas par leur grandeur des filaments du faisceau central; ils se renflent légèrement à leur partie terminale en présentant de légers étranglements. Quelquefois le dernier étranglement est plus prononcé; il sépare alors une espèce de bouton terminal

ovoïde. D'autres fois l'invagination ne se fait que d'un seul côté et les paraphyses, car c'en sont, deviennent circinées; enfin ces paraphyses présentent souvent un prolongement latéral en forme de bec. Il y a une assez grande variété de formes (Pl. VI, fig. VII, 1-2). D'autres deviennent des basides. Ces dernières ne sont pas terminées en bouton. On voit tout d'abord les quatre stérigmates se former sur leur surface terminale élargie. Ces stérigmates, primitivement pointues, se renflent à leur sommet en donnant une petite protubérance latérale hyaline très réfringente. Ces quatre protubérances donneront naissance à quatre basidiospores. A la maturité ces spores sont ovoïdes ou sphériques, assez largement insérés sur le stérigmate (v. fig. VI). Leur paroi est *épaisse, lisse,* leur contenu ordinairement huileux. Contrairement à ce qu'on serait tenté de supposer *a priori*, ces spores ne sont pas échinulées, ni granulées. On sait que les spores des Russules et des Lactaires sont ordinairement échinulées, de là le nom d'*Asterospori* que porte ce groupe. Les autres Lactaires ont aussi ce caractère (v. Winter, *Kryptog. Fl. von Deutsch*). MM. Richon et Roze, dans leur très bel ouvrage *Atlas des Champignons,* attribuent au *Lactarius piperatus* des spores semblables. Nous avons essayé vainement de trouver des spores qui répondent au dessin qu'ils donnent. Jamais nous n'en avons trouvé de semblables. Nous les avons toujours vues lisses, portant généralement encore les restes des stérigmates. Ces spores sont donc conformes à la description qu'en donne M. Winter *(loc. cit.)*.

Un peu au-dessous de leur portion basilaire, les lamelles se compliquent d'un élément nouveau. On voit des tubes deux fois plus ou même trois fois plus gros que les

autres hyphes remplis d'un suc laiteux, les traverser avec des sinuosités. Ces tubes qui n'ont point de cloisons sont des canaux lacticifères. Ils ne sont pas très nombreux dans cette région : ils manquent complètement aux lamelles. On voit un peu au-dessus de cette portion basilaire les tissus se différencier en groupes arrondis de grosses vésicules arrangées en rosettes et en un réseau de hyphes minces formant des mailles. Parmi des hyphes très étroites se trouvent d'autres plus larges. Les tubes lacticifères dérivent de hyphes minces ; en effet, si l'on suit le parcours d'un de ces tubes, on arrive à un endroit où il s'amincit assez brusquement et passe à une hyphe normale (v. fig. II, *a*).

Dans une même coupe tangentielle, comprenant en outre le chapeau, on peut étudier facilement l'arrangement des divers éléments. Nous pouvons confirmer d'une manière absolue l'opinion de Bary sur ce qui a rapport au canal central des rosettes. Nos dessins montrent clairement que la paroi est double (v. fig. I, *b*). Que sont ces grosses cellules formant rosette? La question est difficile à trancher à l'aide des coupes seulement. Il est plus facile de les étudier sur le champignon écrasé et dilacéré sous le *cover*. Ayant ainsi dissocié les éléments, on voit que ces grosses cellules ne sont que des vésicules terminant des hyphes minces (v. fig. III, *o, q*). Jamais nous n'avons vu ces vésicules se former sur des grosses hyphes. Désagrégées, elles sont irrégulièrement renflées, plus ou moins plissées ; quelquefois elles sont rameuses (v. fig. III, *l, m, p*). La ramification peut n'être qu'un boyau fermé ou souvent une nouvelle hyphe. Alors la vésicule est comme un carrefour auquel aboutissent plusieurs hyphes (v. fig. III, *p*). Ces vésicules associées se

comprimant mutuellement forment alors les rosettes faussement parenchymateuses. Pour déterminer la nature du canal central, il faut faire des coupes minces radiales. Sur celles-ci on verra les vésicules non plus groupées en rosettes, mais disposées en faux parenchyme (v. fig. v, *a*). Chacun de ces groupes est formé par un ou plusieurs minces canaux sinueux : c'est le tube central des rosettes. Il est souvent parfaitement médian; d'autres fois il est oblique ou géniculé. Dans quelques-uns des groupes on peut le suivre sur un assez long parcours; on le voit alors se continuer en s'élargissant plus ou moins dans une cellule vésiculeuse.

Les hyphes lacticifères sont excessivement ramifiées. Pour bien les observer, il faut les examiner sur des coupes traitées par l'acide sulfurique concentré. Les hyphes lacticifères ne sont attaquées que tardivement à cause de leur résinification plus ou moins complète. Sur ces coupes on voit alors les lacticifères du réseau pousser des ramifications amincies, plus ou moins renflées sur leur partie et se terminant en une hyphe excessivement mince, remplie d'une résine homogène et non granuleuse. Ces amincissements s'appliquent souvent étroitement contre les hyphes normales et échappent dans les cas ordinaires à l'observation. Nous avons pu suivre dans plusieurs cas la marche du canal central qui, quelquefois est rempli d'un liquide hyalin, devenant jaune transparent dans les objets traités au chloroforme.

Les figures III *n* et II montrent comment les vésicules peuvent s'associer. Ces dessins ont été faits d'après des groupes vésiculeux désagrégés. Dans la fig. V, *a*, *b*, on voit sortant des autres cellules le tube séparé; c'est donc bien un canal formé par une hyphe et non pas un méat.

Les grosses hyphes lacticifères se trouvent aussi bien dans le pied que dans le chapeau. Elles sont particulièrement nombreuses au-dessus des lamelles. Souvent elles sont rameuses, anastomosées en H, ordinairement sinuées. Jamais elles ne pénètrent dans les groupes vésiculeux; le plus souvent, elles sont sur le confin du réseau et des groupes vésiculeux.

Vers l'extérieur du chapeau, les hyphes entrelacées ne forment pas de cuticule, c'est à peine si elles sont plus serrées; beaucoup d'entre elles sortent du chapeau sous forme de poils unis ou pluri-cellulaires. Ces hyphes sont plus grosses que celles du chapeau; leurs parois plus épaisses; elles sont simples ou à peine ramifiées, les ramifications n'étant que de faibles protubérances. La plupart sont comme tronquées au sommet, ouvertes; quelques-unes seulement sont terminées en cul-de-sac arrondi (v. fig. IV).

Comme les cellules sont remplies d'une substance grasse et que le latex trouble les coupes fraîches, nous nous sommes servis pour ces recherches d'objets épuisés par le chloroforme. Ce dernier dissout l'acide gras et coagule le latex qui prend une couleur jaune. Les exemplaires ainsi traités se prêtent fort bien aux coupes.

La cellulose des hyphes, traitée par l'acide sulfurique, ne devient pas bleue avec l'iode, c'est donc de la métacellulose (Fougine).

Le chlorure de zinc iodé ne la colore pas, par contre il teint le contenu des vaisseaux lacticifères en brun jaunâtre. L'hématoxyline colore les parois des hyphes en rouge brun, la chrysoïdine en jaune pâle.

II. Recherches chimiques.

Outre le désir d'examiner quelles sont les substances qui se trouvent dans le *Lactarius piperatus*, nous avions surtout comme but, en entreprenant son étude chimique, de déterminer le principe qui lui communique une âcreté si intense, et de voir ensuite s'il n'y avait pas un certain danger dans sa présence pour les personnes qui mangent ce champignon.

Ce dernier point a été, en effet, souvent discuté; tandis que les uns trouvent ce champignon excellent, d'autres prétendent en avoir été assez fortement incommodés.

Nous ne pouvons dire que nous avons pleinement atteint ce que nous désirions; en effet, bien que la matière poivrée ait été isolée, il nous a cependant été impossible, en raison des quantités trop minimes que nous avons pu nous en procurer, de déterminer à quel groupe chimique elle appartient. Quant au danger de son ingestion dans l'économie, d'après les expériences physiologiques dont M. le Dr Paul Binet a eu l'obligeance de se charger, on peut dire qu'elle n'a pas d'action bien déterminée sur l'organisme. Du reste, cette question devient même secondaire si l'on cuit ce champignon avec de l'eau, opération qui, comme nous l'avons déjà dit plus haut, donne lieu à une rapide décomposition de la matière poivrée.

Voici comment nous avons procédé pour séparer les différents principes du *Lactarius piperatus*.

Les champignons frais ont été d'abord pressés fortement pour séparer la partie aqueuse du champignon;

il a été ensuite procédé à l'analyse spéciale du résidu et à celle du liquide exprimé; le lait qui s'écoule librement lorsqu'on déchire le champignon, mais qu'il est difficile de se procurer en quantité un peu notable, a aussi été analysé sommairement.

1° *Le résidu solide* est extrait plusieurs fois par de l'alcool bouillant; celui-ci laisse après filtration et évaporation un mélange de trois substances différentes; l'une étant insoluble dans l'éther est facilement séparée des deux autres. Ce corps cristallisant de l'alcool en fines aiguilles blanches possède un goût sucré et fond à 164°-165°, c'est donc de la mannite.

Des deux autres substances du mélange l'une est sous forme de cristaux blancs, onctueux, qui ont été reconnus comme ceux d'un acide gras saturé de la formule : $C_{15}H_{30}O_2$, l'autre qu'on peut séparer de la première en éliminant peu à peu celle-ci par cristallisations successives dans l'alcool faible, ne cristallise pas; en évaporant le dissolvant on obtient finalement une matière poisseuse brun noirâtre qui n'est autre que le principe donnant au *Lactarius piperatus* son goût poivré si intense; nous lui avons donné le nom de *pipérone*. Par dissolution dans la ligroïne froide on peut la séparer d'un peu d'acide qu'elle contient encore.

L'acide cristallise de l'alcool en magnifiques paillettes blanches, argentées; quelquefois, suivant que la cristallisation est plus ou moins rapide, ces paillettes deviennent très minces et allongées et ressemblent à des aiguilles. Il fond à 69,5-70° ; facilement soluble dans les alcools méthylique et ordinaire chauds, dans l'éther, le chloroforme, le sulfure de carbone, il est peu soluble dans l'alcool froid et dans la ligroïne.

Analyse :

Substance : 0,2249. $CO^2 = 0,6132.$
$H^2O = 0,2495.$

Trouvé :	Calculé pour $C_{15}H_{30}O_2$:
C °/₀ = 74.34.	74.38.
H °/₀ = 12.32.	12.39.

C'est donc l'homologue inférieur de l'acide palmitique $C_{16}H_{32}O_2$. Cet acide est du reste identique avec celui que Thörner a signalé dans d'autres champignons en particulier dans l'*Agaricus integer* [1].

Cet acide se trouve en quantité assez forte dans le *Lactarius piperatus* (7.5 °/₀ du champignon desséché), aussi proposons-nous de l'appeler *acide lactarique*; il s'y trouve à l'état libre, tandis que les acides palmitique et stéarique avec lesquels il offre la plus grande analogie se trouvent très généralement combinés avec la glycérine dans les végétaux.

La pipérone à la température ordinaire a l'aspect d'une résine; elle est alors presque solide mais elle devient déjà plus fluide à la chaleur de la main et à 100°, est tout à fait liquide; elle possède le gout âcre et irritant la gorge, du champignon, mais à un degré bien plus intense.

Elle est facilement soluble dans l'alcool, l'éther, la ligroïne et le chloroforme; chauffée avec de l'eau elle se réduit en globules jaunes qui nagent dans le liquide sans se décomposer, même en présence d'un acide ou d'un alcali.

[1] *Ber. der D. C. G.*, 1879, p. 1635.

Cette stabilité est singulière quand on sait avec quelle rapidité le champignon perd son goût poivré lorsqu'il est abandonné quelque temps après avoir été pilé ou qu'on le chauffe avec de l'eau pendant quelques instants. Il est probable qu'il se trouve dans le *Lactarius piperatus* une substance, peut-être un ferment, pouvant provoquer cette modification de la pipérone, modification se produisant même en si peu de temps qu'il nous a fallu faire l'extraction du champignon par l'alcool ou par l'éther immédiatement après sa récolte pour obtenir un peu de cette substance.

La pipérone donne avec l'acide sulfurique concentré une coloration rouge brun intense, sans se dissoudre bien sensiblement ; si l'on ajoute de l'acide nitrique il se forme un produit brun (probablement un dérivé nitré) se dissolvant facilement dans l'alcool chaud ; par refroidissement ou par addition d'eau, il se précipite des flocons jaunes de la solution alcoolique.

A l'état frais elle se dissout légèrement dans les alcalis en donnant des solutions brunes d'où les acides la reprécipitent sous forme de globules. Elle ne contient pas d'azote ; elle possède donc par ses caractères beaucoup d'analogie avec les résines. Elle se trouve en émulsion dans le lait du *Lactarius piperatus ;* celui-ci vu au microscope est en effet rempli de petits corpuscules fournis en majeure partie par cette substance ou, lorsque ce lait a perdu sa saveur brûlante, par une résine qui doit en dériver.

Elle donne avec le bichromate de potasse et l'acide sulfurique un produit d'oxydation qui n'a pu être déterminé.

Analyses :

I

Substance = 0,2108.	CO^2 = 0,5482.
	H^2O = 0,1600.

II

Substance = 0,1317.	CO^2 = 0,3410.
	H^2O = 0,1048.

Trouvé :	I	II
C °/₀ =	70,92.	70,61.
H °/₀ =	8,44.	8,84.

2° *Le liquide exprimé* du champignon est additionné d'une certaine quantité d'alcool qui précipite une substance amorphe grisâtre très hydratée ayant une forte odeur de champignon et présentant les caractères généraux des matières protéiques.

Ainsi précipitée par l'alcool cette substance devient insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'acide sulfurique étendu et dans l'acide acétique concentré ; cette dernière solution donne de petits flocons jaunâtres avec le ferrocyanure de potassium.

Avec l'acide nitrique, le sulfate de cuivre et la soude, l'acide sulfurique et le sucre, elle donne également les réactions des albuminoïdes, mais cependant pas toujours d'une manière très nette. Bouillie avec une solution de soude caustique, il se dégage un peu d'ammoniaque et elle se transforme en une matière gélatineuse très hydratée.

Chauffée, elle se décompose en donnant des produits volatils ayant l'odeur de corne brûlée et en laissant un charbon poreux assez abondant.

Elle renferme un peu de soufre. Les analyses suivantes de cette matière séchée pendant longtemps à 105° montrent qu'elle est loin d'être pure telle que nous l'avons obtenue et qu'outre des matières minérales, elle doit avoir entraîné dans sa précipitation d'autres substances non azotées coagulables par l'alcool.

Dosage de la matière inorganique :

Substance = 1,1158. Matière inorganique = 0,1192.
Matière inorganique = 10,68 °/₀.

Dosage de l'azote :

Substance = 0,2506. 19^{cc} $t = 12°$ $p = 724^{mm}$.
Azote = 8,57 °/₀.

Les matières protéiques pures renferment de 16 à 18 °/₀ d'azote,

Le liquide alcoolique provenant de la séparation de cette substance est additionné d'acétate de plomb basique; le précipité plombique et le liquide surnageant sont alors analysés séparément.

Ce dernier est soumis à l'action de l'hydrogène sulfuré afin de précipiter le sel de plomb ajouté en excès, puis évaporé à consistance sirupeuse. Il se forme bientôt une cristallisation d'aiguilles blanches fondant à 165°; c'est de la mannite, à la présence de laquelle on pouvait s'attendre, puisque nous l'avions déjà trouvée dans le résidu du champignon pressé et qu'elle est assez soluble dans

l'eau. Sa proportion totale dans le *Lactarius piperatus* est passablement forte (7,2 °/₀ de champignon desséché) sans cependant atteindre celle de 20 °/₀ donnée par Thörner pour l'*Agaricus integer*.

Les eaux mères de la mannite réduisent fortement la solution de Fehling, mais il ne nous a pas été possible d'isoler le corps réducteur qui s'y trouve dissous. Cette partie est un sirop épais, sentant fortement l'extrait de viande et renfermant des sels minéraux, particulièrement des sels de potasse.

Le précipité produit par l'acétate de plomb se compose de deux portions, l'une en petits cristaux mamelonnés, brillants, contenant du plomb et en très petite quantité comparativement à l'autre dont elle est facilement séparée en utilisant sa beaucoup plus grande densité. Ces cristaux sont insolubles dans l'eau, très peu solubles dans l'alcool bouillant, facilement dans l'acide nitrique étendu.

Analyse :

Combustion :

Substance = 0,4320. CO_2 = 0,2390.
H_2O = 0,0520.

Dosage de plomb :

Substance = 0,4805. P*b*O = 0,3163. P*b* = 0,1271.
P*b* total = 0,3027.

Trouvé :	Calculé pour $C_4H_4O_4Pb$:
C °/₀ = 15,09.	14,91.
H °/₀ = 1,34.	1,24.
P*b* °/₀ = 62,99.	63,98.

Ce sel plombique réduit en poudre fine, mis en suspension dans l'eau, puis décomposé par l'hydrogène sulfuré, donne après filtration et évaporation un résidu blanc cristallin fondant à 180°, point de fusion qui est celui de l'acide succinique; de plus l'analyse montre bien qu'on a eu affaire à du succinate neutre de plomb.

L'autre portion du précipité plombique contient outre des matières organiques incristallisables, principalement des phosphates et des sels de fer, d'alumine, de chaux, de potasse et de magnésie.

3° Le *lait* qui s'écoule lorsqu'on coupe le champignon sans le presser, renferme dissous ou en suspension dans beaucoup d'eau, de la pipérone, de la matière albuminoïde et un peu d'acide lactarique.

Pour doser les principaux corps que nous avons signalés dans le *Lactarius piperatus* nous avons dû prendre une méthode un peu différente. Le champignon a été d'abord desséché, ce qui nous a donné la proportion d'eau qu'il contient (83 °/₀). Par extraction avec l'alcool et séparation de la mannite et de l'acide lactarique par l'éther, on a pu apprécier les proportions dans lesquelles ces deux substances se trouvent dans le *Lactarius piperatus;* on peut également séparer, comme nous l'avons indiqué plus haut, la pipérone de l'acide lactarique, mais cette substance se trouve en faible et très variable quantité dans le champignon.

Quant à la matière albuminoïde soluble, elle est dosée naturellement sur le champignon frais, en le précipitant de la solution aqueuse par l'alcool (1,5 °/₀).

Nous devons ajouter que les chiffres que nous donnons concernent des champignons cueillis vers la fin de l'automne, car il est bien probable que les quantités respec-

tives dans lesquelles se trouvent ces différents éléments constitutifs, doivent varier beaucoup suivant la saison.

Conclusions.

Il ressort de l'examen chimique du *L. piperatus* qu'aucune des substances isolées ne peut être considérée comme éminemment toxique. Indépendamment des expériences physiologiques faites par M. le Dr Binet, nous avons essayé sur nous-mêmes l'action du champignon frais et de la pipérone. Ni l'un, ni l'autre ne nous ont fortement incommodés; les deux produisent une irritation assez violente dans l'arrière-gorge, irritation qui persiste souvent plusieurs heures, mais qui est loin de constituer un danger réel. Le *L. piperatus* ne doit donc pas être mangé sans préparation à la manière des clavaires, mais devra toujours subir une cuisson préalable. Traité ainsi il perd son âcreté et devient mangeable. A Genève, il est prohibé; jamais on n'en vend sur le marché. En Russie, au contraire, d'après des personnes dignes de foi [1], on en mange passablement dans certains gouvernements (Vologda). A Saint-Pétersbourg, par exemple, où il se vend, mais peu fréquemment (août), il est assez cher et par conséquent recherché. La manière de l'apprêter est très simple. On le fait cuire avec de l'eau et du sel, et froid ou chaud on le mange avec de la crème aigrie. Il en est de même en Lorraine, où il est très apprécié sous le nom de Vachotte. Ne pourrait-on pas tirer parti dans notre pays d'une ressource alimentaire si considérable, soit en l'apprêtant d'après le procédé indiqué plus haut, soit en

[1] Prof. Dr Gosse (Genève).

fabriquant avec son suc exprimé un extrait de champignon qui pourrait servir de condiment. Malgré nos recherches, il n'est pas arrivé, à notre connaissance, qu'un seul cas d'empoisonnement réel par ce champignon ait jamais été constaté. M. le Dr Gosse, qui en avait fait apprêter en 1886, nous affirme cependant en avoir été sensiblement incommodé ; ce fait isolé ne suffit cependant pas pour prohiber cette espèce, car tous les amateurs de champignons savent que les espèces réputées les plus inoffensives ont quelquefois provoqué des accidents plus ou moins graves. Ces accidents, dans la plupart des cas, ont pu être attribués à la présence accidentelle de la choline ou d'autres pfomatines dans ces champignons. Ainsi, dans les Morilles examinées à Berne par une commission de quatre membres [1], ou dans le *Boletus lenidus* examiné par Bœhm [2]. L'un de nous s'est trouvé indisposé pour avoir mangé des *Lactarius deliciosus* frits qui n'avaient pas été préalablement bouillis dans l'eau vinaigrée. Ce dernier fait démontre clairement que les Lactaires les plus inoffensifs peuvent être indigestes dans certaines conditions, mais qu'il ne faut pas les condamner définitivement.

[1] Vergiftung durch die Speiseorchel.
[2] Bœhm, *Arch. f. exp. Pathol. v. Pharm.*, XIX, p. 60-86.

NÉBULOSITÉ MOYENNE ET DURÉE D'INSOLATION[1]

PAR

M. R. BILLWILLER

Dove a été l'un des premiers météorologistes qui ait insisté vivement sur l'importance du degré de nébulosité du ciel pour la classification du climat, en démontrant les relations qui existent entre la température et ce facteur climatologique. Un ciel clair par un temps sec favorise la radiation terrestre et le refroidissement du sol pendant les longues nuits d'hiver, tandis que le contraire a lieu en été par suite de la longueur des jours et d'une durée d'insolation plus considérable. Un ciel fortement nuageux ou couvert a pour effet de diminuer l'amplitude diurne de la température.

L'estimation de la nébulosité en jours clairs, nuageux ou couverts, avait été déjà employée depuis longtemps dans les registres météorologiques; mais cette classifica-

[1] Les résultats de ce travail ont été présentés à la réunion de la Société helvétique des sciences naturelles à Soleure (août 1888), section de physique; le compte rendu n'en n'a pas été donné dans les *Archives* par suite d'une erreur. L'auteur a complété son travail en y ajoutant les résultats obtenus en 1888.

tion était insuffisante, car elle laissait trop d'arbitraire et n'était soumise à aucune règle fixe. La première indication à cet égard se trouve dans les instructions de la *Societas meteorologica palatina* (1780), dans lesquelles il est stipulé que la nébulosité sera estimée dorénavant d'après une échelle allant de 0 à 4 (ciel entièrement clair à ciel entièrement couvert). Cette estimation avait pour but de remplacer le mesurage, impossible à effectuer, de la surface du ciel couverte par des nuages. L'introduction de cette échelle fut un progrès en météorologie, car elle permettait d'exprimer la nébulosité par un chiffre et ne laissait qu'une place plus restreinte à l'arbitraire.

Toutefois on s'aperçut par la pratique que cette échelle était trop petite et par conséquent la précision obtenue trop peu considérable, et c'est pourquoi on l'abandonna petit à petit pour prendre l'échelle de 0 à 10, qui outre sa plus grande précision présente encore l'avantage d'exprimer en $^0/_0$ la portion de la surface du ciel recouverte par des nuages. Cette échelle fut introduite vers le milieu des années 1840 à 1850, où nous la trouvons dans les publications de Dove. L'observatoire de Genève l'a employée dès 1846. Le premier congrès météorologique international à Vienne (1873) en a recommandé l'emploi et cette échelle décimale se trouve actuellement adoptée dans toutes les publications météorologiques. Une seule exception a été faite pour les dépêches météorologiques journalières, où l'on continue à adopter l'échelle de 0 à 4, suffisante pour le but éphémère que l'on poursuit.

A côté de cette recherche de déterminer les conditions de clarté de l'atmosphère d'après cette méthode, nous trouvons les physiciens occupés depuis longtemps à dé-

terminer l'intensité de l'insolation. Nous ne voulons pas entrer ici dans la description des méthodes et des appareils employés dans ce but; nous nous bornerons à dire que jusqu'à ce jour on n'a pas encore trouvé un instrument simple, accessible à toutes les stations météorologiques et qui permette de mesurer la quantité de chaleur qui nous est envoyée par le soleil. Mais nous possédons, grâce aux physiciens anglais, des appareils très pratiques qui permettent de mesurer la durée d'insolation, c'est-à-dire le nombre d'heures pendant lesquelles le soleil a dardé ses rayons à un endroit déterminé.

Déjà vers 1855, J.-F. Campbell a employé une sphère creuse en verre, remplie d'eau acidulée qui, servant de lentille, brûlait sur une lamelle circulaire de bois le chemin parcouru par le foyer. A la fin des années 1870 cet appareil a reçu sa forme actuelle, très pratique pour l'enregistrement journalier. La zone sphérique en bois a été remplacée par une zone en laiton qui contient trois rainures dans lesquelles viennent se placer des bandes de carton préparé, lesquelles sont légèrement brûlées par les rayons solaires. L'image du soleil produite au foyer de la lentille sphérique en verre massif, se meut sur cette bande de carton et y brûle sa trace sans l'enflammer. Les bandes de carton sont munies d'une graduation horaire et doivent être renouvelées chaque jour. Lorsque l'appareil est orienté exactement, l'image du soleil à midi vrai doit coïncider avec la graduation XII située au milieu de la bande. Comme le soleil varie de déclinaison, et par conséquent de hauteur, dans le courant de l'année, on a dû donner à la zone de laiton une largeur telle que l'image du soleil vint toujours frapper la bande de carton; en été c'est la bande inférieure, et en hiver la bande supérieure qui enregistre la durée d'insolation.

La figure 1 représente l'appareil connu en Angleterre sous le nom de « Sunshine Recorder » de Campbell et Stokes (auquel on doit les modifications indiquées ci-dessus); il a été introduit dans les stations météorologiques anglaises en 1880, puis peu de temps après dans quelques stations centrales du continent. Quoique son prix soit assez élevé, il se trouve aujourd'hui assez généralement répandu.

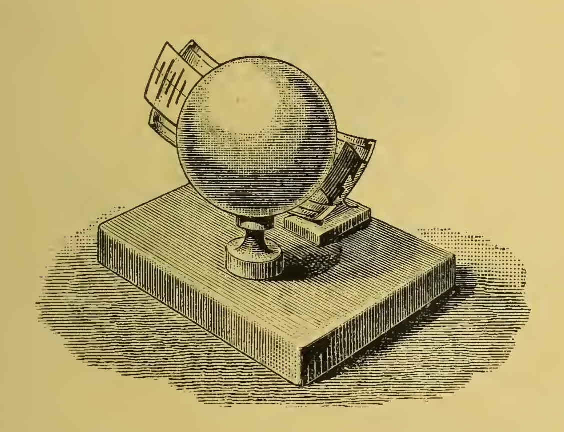


Fig. 1.

L'auteur de ces lignes a introduit cet appareil en Suisse en 1884 à la station centrale de Zurich. Pendant les années suivantes il a été employé successivement à Davos, Lugano, Bâle, Berne, Lausanne et Hallau, puis en octobre 1887 au sommet du Säntis.

J. Jordan, à Londres, a proposé dernièrement d'enregistrer la durée du temps d'insolation au moyen de la photographie, et a construit dans ce but en 1885 un appareil spécial. Celui-ci se compose d'un cylindre creux en métal, dans lequel on introduit du papier sensibilisé.

Les rayons solaires pénètrent par une ouverture étroite dans cette chambre obscure, et marquent chimiquement sur ce papier le chemin parcouru par le soleil. Pour fixer l'image photographique de ce chemin parcouru, on trempe ce papier sensibilisé pendant quelques minutes dans l'eau.

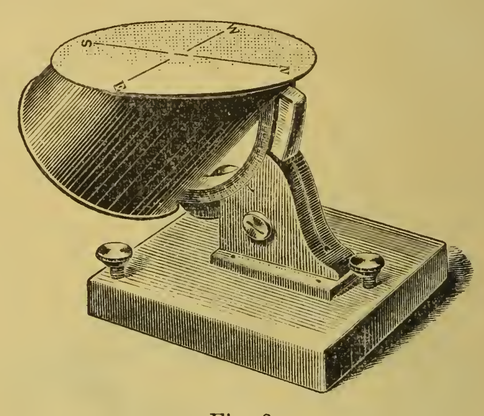


Fig. 2.

M. le Dr Maurer, adjoint à l'Institut météorologique central suisse, a donné à cet héliographe une forme plus pratique représentée par la figure 2. Le cylindre métallique orienté suivant l'axe polaire est coupé horizontalement dans sa partie supérieure. Celle-ci est recouverte d'une mince lame de métal, au milieu de laquelle se trouve une fente fine orientée dans le plan méridien. Dans cette modification le chemin parcouru par le soleil se présente sur le papier gradué et adapté à cette forme, comme une courbe continue (cercle); lorsque le papier est déroulé on obtient comme chemin parcouru par le soleil une ligne droite, dont la longueur exprime, grâce aux divisions horaires, le nombre d'heures d'insolation.

L'usage de cet appareil, de même que le relevé de l'enregistrement photographique, demande plus de soins que celui de Campbell. Pour ces motifs il est peu probable qu'il remplacera ce dernier, quoiqu'il soit d'un prix beaucoup moins élevé.

Les relevés des enregistreurs de Campbell pour les stations suisses susmentionnées sont tous faits à la station météorologique centrale, et les résultats en sont publiés chaque année dans les *Annales* de cet Institut. Un résultat de ces données est important par lui-même, et c'est pourquoi j'indique dans le tableau suivant la somme mensuelle de la durée d'insolation exprimée en heures pour les stations de Zurich, Bâle, Lugano, Davos et Säntis. J'ajoute pour Zurich la moyenne des 5 années 1884 à 1888.

Pour pouvoir juger ces chiffres, il est nécessaire de les comparer avec les sommes mensuelles de la longueur du jour, c'est-à-dire avec les chiffres qui expriment la durée en heures pendant laquelle le soleil reste au-dessus de l'horizon. J'emprunte ces dernières données à l'ouvrage de Ch.-A. Schott : *Atmospheric temperature*, Washington, 1876. En tenant compte de la réfraction et du diamètre du soleil on obtient les données ajoutées dans le tableau pour la longueur du jour dans nos latitudes ; Lugano 46°, Zurich, Bâle et Säntis 47° $^1/_2$. Il va sans dire que ces données ne sont valables que pour l'horizon mathématique ; il est clair que si l'horizon est borné par des collines ou des montagnes ces données ne sont plus exactes. Dans des vallées étroites et fermées par de hautes montagnes, le lever et le coucher du soleil ont lieu à des heures entièrement différentes de celles exprimées dans les calendriers. Pour obtenir la durée maximale du temps

pendant lequel le soleil luit à un endroit donné, il faudrait noter expérimentalement les heures du lever et du coucher de cet astre. Le calcul basé sur une carte topographique exacte, permettrait aussi d'obtenir cette donnée, mais exigerait un temps considérable. L'horizon naturel ne diffère que peu de l'horizon mathématique pour les stations de Zurich, Bâle et Lugano, de sorte que les résultats observés sont comparables aux résultats théoriques. Il en est de même pour la station du Säntis, qui vu sa situation élevée, présente même une dépression de l'horizon, de sorte que la longueur réelle du jour est un peu plus grande que la longueur astronomique du jour d'un endroit situé à la même latitude, mais au niveau de la mer. Pour Davos, la différence entre ces deux durées de temps pendant lesquelles le soleil reste au-dessus de l'horizon est très considérable, de sorte que les résultats obtenus dans cette station ne sont pas comparables aux autres.

En examinant ce tableau on remarque immédiatement que la durée d'insolation à Lugano est beaucoup plus forte que celle des stations du nord de la Suisse, Bâle et Zurich; le contraste est surtout frappant pendant les mois d'hiver, pendant lesquels on rencontre souvent au nord des Alpes de longues périodes de brouillard, qui sont presque inconnues sur le versant méridional. Le beau ciel d'Italie est exprimé dans ce tableau sous forme de chiffres. Il en est de même du ciel moins nuageux des stations élevées, ainsi que l'indiquent les durées d'insolation pour Davos; quoique cette station soit entourée de hautes montagnes qui diminuent dans une forte proportion la durée de visibilité du soleil, la somme des heures d'insolation dépasse cependant d'une quantité notable celle de Bâle et Zurich.

Sommes mensuelles de la durée d'insolation exprimée en heures.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Année.
Zurich :													
1884	50,3	75,0	170,2	132,5	229,8	150,0	240,1	255,0	172,4	76,7	48,4	38,2	1638,6
1885	37,0	95,7	102,8	199,8	176,6	310,1	300,1	221,9	174,1	98,0	34,3	34,0	1784,4
1886	43,2	33,2	173,7	167,1	283,3	122,2	270,6	224,2	203,0	108,2	42,1	35,0	1705,8
1887	40,3	140,4	86,3	204,6	134,2	311,1	263,9	266,4	175,1	88,9	54,1	32,6	1797,9
1888	51,8	29,6	101,9	105,6	282,4	214,3	182,6	204,4	108,2	148,3	65,8	58,1	1552,5
Moyenne	44,5	74,8	127,0	161,9	221,3	221,5	251,5	234,4	166,6	104,0	48,8	39,6	1695,8
Bâle :													
1886	36,6	121,4	178,2	174,8	253,8	128,8	265,9	184,4	204,0	123,6	70,1	25,4	1767,0
1887	81,7	146,3	115,1	187,0	127,6	297,1	251,0	250,6	148,9	77,1	59,3	47,6	1789,3
1888	93,0	36,2	76,4	72.8	262,4	206,4	162,5	198,1	156,4	166,0	50,7	100,0	1580,9
Lugano :													
1886	87,6	122,5	197,5	167,7	270,3	216,5	307,1	275,1	230,6	131,6	107,1	102,4	2216,0
1887	154,9	168,7	192,5	167,6	162,5	305,8	289,0	289,0	201,9	172,9	74,0	123,9	2302,7
1888	157,0	100,6	151,5	142,2	249,6	233,9	256,3	281,8	139,4	189,7	76,3	126,0	2104,3
Davos :													
1885	137,8	104,3	159,2	179,4	191,0	239,7	248,6	199,2	164,2	95,4	93,0	90,7	1902,5
1886	74,1	124,4	189,6	174,2	221,0	106,3	246,5	172,0	175,9	142,8	87,5	45,8	1760,1
1887	138,4	149,2	141,4	206,7	120,4	245,5	209,1	238,4	166,2	134,3	68,1	59,7	1877,4
Säntis :													
1888	170,5	109,0	109,9	138,8	222,6	183,1	90,5	159,9	171,2	171,9	132,7	176,0	1836,0
Durée d'insolation maximale (longueur du jour) :													
46°	282	291	371	408	465	471	475	437	375	338	284	270	4467
47 1/2°	277	289	371	410	470	477	481	440	376	336	280	264	4471

Les résultats fournis par la station du Säntis sont très remarquables quoiqu'ils ne comprennent que l'année 1888. La durée d'insolation totale pendant cette année dépasse d'environ 300 heures celle de Zurich et de Bâle; mais cette augmentation ne concerne que les mois de septembre à avril, tandis que dans les mois de mai à août il y a eu au Säntis moins de soleil que dans la plaine. L'explication en est simple; pendant la saison chaude on trouve fréquemment au sommet des montagnes des condensations locales de vapeur d'eau, tandis qu'en hiver le brouillard se forme surtout dans les régions basses de l'atmosphère. Pendant les mois de décembre et janvier, la durée d'insolation à Zurich n'atteint pas le tiers de celle du Säntis. On remarquera aussi que pendant ces deux mois le soleil luit sur cette sommité plus longtemps que pendant les mois de juillet et d'août, malgré la plus courte durée du jour.

Je me suis demandé s'il existait un parallélisme entre la durée d'insolation enregistrée automatiquement et la nébulosité moyenne, résultant de trois observations diurnes prises à 7 h. du matin, à 1 h. et à 9 h. du soir, et qui reposent sur une simple estimation. Peut-on conclure de l'une de ces données la valeur de l'autre? Évidemment cela serait possible d'après la loi des grands nombres, si l'on suppose que la probabilité de nébulosité est la même pour chaque partie du ciel. Le soleil poursuit sa marche apparente avec une vitesse uniforme: le rapport du temps pendant lequel le soleil sera voilé par des nuages au temps total pendant lequel il reste au-dessus de l'horizon, sera donc très probablement le même que le rapport de la partie du ciel recouverte de nuages à la surface totale du ciel visible, soit à la nébulosité. Pour cela il est nécessaire

que l'estimation de la nébulosité soit faite à des intervalles réguliers et pas trop espacés. Si l'on veut faire cette recherche, on est obligé de remplacer le rapport de la durée d'insolation à la longueur du temps pendant lequel le soleil est visible, par le complément de ce rapport à l'unité. En effet la nébulosité exprime la fraction du ciel recouverte par des nuages, et non celle qui en est dépourvue. Le tableau suivant donne ces deux rapports exprimés en °/₀ pour les différents mois et pour l'année entière. La ligne *a* donne le rapport du temps pendant lequel le soleil était caché par des nuages à la longueur du jour, et la ligne *b* la nébulosité moyenne.

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
	Zurich (Moyenne des années 1884-1888) :												
a	84	75	66	60	53	53	48	47	56	69	83	85	62
b	79	68	63	60	53	55	51	48	56	69	79	77	63
Diff.	05	07	03	00	00	-02	-03	-01	00	00	04	08	-01
	Bâle (Moyenne des années 1886-1888) :												
a	75	65	67	65	54	56	53	52	55	64	79	78	62
b	70	65	68	65	57	59	58	54	52	61	78	70	63
Diff.	05	00	-01	00	-03	-03	-05	-02	-03	03	01	08	-01
	Lugano (Moyenne des années 1886-1888) :												
a	53	55	51	61	51	46	40	35	49	51	70	57	51
b	38	52	49	63	57	51	47	41	53	51	65	45	51
Diff.	15	03	02	-02	-06	-05	-07	-06	-04	00	05	12	00
	Sæntis (1888) :												
a	39	63	71	66	52	62	81	64	54	49	53	34	59
b	40	67	68	65	51	66	82	64	56	47	53	31	57
Diff.	-01	-04	-03	01	01	-04	-01	00	-02	02	00	03	02

On voit par ces données que les deux rapports susmentionnés s'accordent entre eux d'une façon très exacte pour la moyenne de l'année. La différence est de 0 à Lu-

gano, à Bâle et à Zurich de 1 %, et de 2 % pour le Säntis. Il est vrai que ces différences sont un peu plus fortes pour les différents mois, et l'on remarque pour les stations de la plaine une période annuelle très caractérisée, surtout pour Lugano. Cependant pour cette dernière station cette période peut-être en partie expliquée par la configuration du terrain. Pendant l'hiver lorsque la déclinaison du soleil est la plus faible, la durée totale d'insolation est réduite le matin par le voisinage d'une montagne assez élevée, le Monte-Generoso. Dès que l'on possédera des données exactes sur le lever et le coucher du soleil, il sera plus rationnel de prendre la durée entre ces deux instants comme unité, au lieu de prendre la durée théorique. Les différences que Lugano montre sous ce rapport pendant les mois d'hiver seront ainsi très probablement fortement atténuées.

Pour expliquer les différences encore restantes que les stations de la plaine présentent pendant les mois d'hiver, il suffit de remarquer qu'à cette saison le soleil reste dans le voisinage de l'horizon pendant une partie notable de sa course. L'épaisseur des couches inférieures, chargées de vapeur d'eau et d'autres particules étrangères, et que les rayons solaires doivent traverser est plus considérable que lorsque le soleil est élevé; l'intensité de ces rayons est en conséquence très diminuée, et l'on remarque en effet que les bandes de carton de l'enregistreur automatique ne sont pas brûlées pendant un laps de temps considérable après le lever et avant le coucher du soleil. Il en est tout autrement pour le Säntis; l'appareil fonctionne par un ciel clair, très peu de temps après le lever du soleil. On sait que l'effet de l'insolation dans les hautes régions est plus intense, parce que l'absorption des rayons

caloriques est beaucoup plus faible dans l'air raréfié. C'est pourquoi la période annuelle qui se manifeste dans les différences des deux rapports pour les stations de la plaine, n'existe pas du tout au Säntis. Il faut remarquer que pour le Säntis la nébulosité moyenne est obtenue par huit observations diurnes, faites de deux en deux heures de 7 h. du matin à 9 h. du soir; pour les autres stations cette nébulosité moyenne n'est que le résultat de trois observations faites à 7 h. du matin, à 1 h. et à 9 h. du soir.

On peut attribuer aux mêmes causes les différences que l'on remarque en été et d'après lesquelles la durée d'insolation est plus forte que ne l'indiquerait la proportion du ciel non recouverte de nuages. Le soleil reste relativement très élevé au-dessus de l'horizon pendant une grande partie de la journée, et l'on sait que la nébulosité du ciel est moindre au zénith que près de l'horizon.

L'influence de la hauteur du soleil sur la durée d'insolation se remarque très bien dans le tableau suivant, qui donne la marche diurne d'insolation pour Zurich. C'est la moyenne des tracés obtenus pendant cinq années. Les chiffres donnent la somme mensuelle des heures d'insolation pour chaque heure de la journée. On voit que ces sommes augmentent fortement depuis l'instant du lever du soleil jusqu'à midi, pour diminuer ensuite moins rapidement jusqu'au soir. La comparaison de la nébulosité moyenne pour 7 h. du matin et 1 h. de l'après-midi pendant les mois d'été et les données tirées de l'enregistreur solaire montre qu'il existe des différences considérables entre ces deux facteurs.

Marche diurne de la durée d'insolation pour Zurich (Moyenne des 5 années 1884—1888).

	4–5h	5–6h	6–7h	7–8h	8–9h	9–10h	10–11h	11-Midi	Midi-1h	1–2h	2–3h	3–4h	4–5h	5–6h	6–7h	7–8h	Somme mensuelle	Moy. diurne.
Janvier.......	..	..	..	0,1	1,7	3,4	5,5	6,7	8,1	8,2	7,1	3,6	0,1	..	..	..	44,5	1,44
Février.......	..	..	..	1,4	3,9	7,1	9,0	9,2	10,6	11,0	11,1	8,2	3,3	..	..	..	74,8	2,63
Mars.........	..	..	0,9	5,4	9,7	11,6	13,5	14,4	14,7	15,1	15,0	13,3	10,6	2,8	..	..	127,0	4,10
Avril.........	..	0,9	7,2	11,8	13,2	14,1	15,3	15,8	15,4	16,2	14,8	13,6	12,2	9,8	1,6	..	161,9	5,40
Mai..........	..	8,3	14,3	16,3	17,3	18,4	18,7	17,8	18,0	18,0	17,6	16,6	16,0	13,8	9,5	0,6	221,2	7,14
Juin.........	0,4	11,0	13,7	16,3	16,5	17,9	18,8	17,2	16,8	17,2	17,8	16,0	15,6	13,3	10,6	2,5	221,5	7,38
Juillet........	0,2	10,3	15,4	16,5	19,1	19,9	20,2	20,5	22,2	21,5	20,9	19,8	17,8	14,7	11,4	1,1	251,5	8,11
Août.........	..	2,6	13,0	17,1	18,5	19,7	20,7	21,1	20,4	20,5	20,4	19,6	18,4	16,1	6,3	..	234,4	7,56
Septembre.....	..	..	3,0	8,2	11,6	13,7	16,2	17,8	19,1	18,7	18,8	17,3	15,8	6,4	..	..	166,6	5,55
Octobre.......	..	..	0,1	2,5	6,7	9,3	11,8	14,1	14,5	14,0	13,0	11,3	6,4	0,3	..	..	104,0	3,35
Novembre.....	..	..	..	..	1,8	3,7	5,9	7,2	7,7	8,1	7,9	5,6	0,9	..	..	..	48,8	1,63
Décembre.....	..	..	..	..	1,4	3,7	5,8	7,2	7,7	6,7	5,3	1,8	..	..	..	..	39,6	1,28
Somme annuelle	0,6	33,1	67,6	95,6	121,4	142,5	161,4	169,0	175,2	175,2	169,7	146,7	117,1	77,2	39,4	4,2	1695,8	4,63
Moy. diurnes...	0,00	0,09	0,19	0,26	0,33	0,39	0,44	0,46	0,48	0,48	0,46	0,40	0,32	0,21	0,11	0,01	(0,19)	

Si l'on forme pour les intervalles bi-horaires de 6 à 8 h. du matin et de midi à 1 h. du soir le rapport *a*, dont il a été question précédemment, on obtient les chiffres suivants en regard desquels sont mis les chiffres *b*, représentant la nébulosité moyenne.

	a 6^h–8^h a.	*b* 7^h a.	*a* 12^h–2^h p.	*b* 1^h p.
Juin	50	54	43	55
Juillet.....	49	53	30	47
Août......	51	51	44	48

Les chiffres proportionnels *a* diminuent depuis le matin jusqu'à midi dans une proportion beaucoup plus forte que les chiffres *b*, pour lesquelles on tient naturellement compte de la nébulosité à l'horizon.

Il résulte de ce travail que les deux méthodes employées pour l'étude de la nébulosité fournissent des résultats semblables, et presque identiques pour la moyenne de l'année. Elles varient pour différentes causes dans leur marche diurne et annuelle, mais ces différences se compensent pour les moyennes annuelles. Si l'on ne considère qu'un jour isolé, ces deux méthodes pourront fournir des résultats très différents, et cela dans une proportion beaucoup plus forte que pour les moyennes mensuelles. On ne pourra donc pas remplacer l'une par l'autre, mais elles se complètent mutuellement d'une façon très heureuse. Il est à désirer que les stations météorologiques principales indiquent à côté de la nébulosité moyenne obtenue par estimation, la durée d'insolation d'une importance tout aussi considérable.

PROCÉDÉ DE DOSAGE

DE

L'ANILINE ET DE LA MONOMÉTHYLANILINE

PAR

MM. Frédéric REVERDIN et Ch. DE LA HARPE[1]

On emploie généralement dans l'industrie deux méthodes pour doser la monométhylaniline $C^6H^5N{}^{CH^3}_{H}$; l'une basée sur l'élévation de température produite par l'introduction de l'anhydride acétique dans un mélange à essayer n'est applicable qu'à des mélanges (mono et diméthylaniline) exempts d'aniline ; l'autre, basée sur la transformation de la monométhylaniline en méthylphénylnitrosamine $C^6H^5N{}^{CH^3}_{NO}$, due à E. Nölting et J. Boas Boasson [2], est employée dans le cas où le mélange renferme en outre de l'aniline.

[1] *Chemiker-Zeitung*, 1889, p. 387 et 407.
[2] *Ber. der deutsch. chem. Ges.*, 1877 (10), 795.

La première de ces méthodes ne peut être utilisée, comme on le sait, que dans le cas où le mélange renferme une faible proportion de monométhylaniline. Nous avons voulu nous assurer par nous-mêmes de la valeur de cette opinion, que nous avions entendu émettre dans l'industrie, et nous avons trouvé qu'elle est en effet parfaitement exacte. Lorsqu'on établit l'élévation de température produite par l'introduction de l'anhydride acétique dans un mélange renfermant quelques °/₀ seulement de monométhylaniline, le coefficient trouvé n'est plus applicable à des mélanges riches en monométhylaniline, comme on le verra par les exemples suivants :

Nous avons constaté, avec un mélange renfermant 2.82 °/₀ mono., que l'élévation de température est égale à 0°.815, par 1 °/₀ de mono.

Un mélange à 9.36 °/₀ mono. nous a donné, en employant ce même coefficient, un résultat concordant, soit 9.57 °/₀, tandis qu'un mélange à 29.55 °/₀ mono. donne une élévation de température qui correspondrait à 37.42 °/₀ mono.

Ceci étant établi, nous avons examiné le dosage à la nitrosamine tel qu'il est indiqué dans les traités de chimie (G. Schultz. Chemie des Steinkohlentheers, I, 408). Ce procédé consiste à dissoudre le mélange à essayer, soit 10 gr., par exemple, dans 20 cc. HCl et 125 cc. eau, et à introduire peu à peu dans le liquide bien refroidi une solution renfermant 12.5 gr. nitrite de sodium. On extrait à l'éther la méthylphénylnitrosamine formée, dont le poids, multiplié par 0.786, donne la quantité de monométhylaniline renfermée dans le mélange.

Après nous être servi à plusieurs reprises de cette méthode, nous avons soumis une certaine quantité de la

nitrosamine, ainsi obtenue, à la distillation à la vapeur d'eau dans le but de la purifier. La *phénylméthylnitrosamine* $C^6H^5N{CH^3 \atop NO}$ pure se présente, ainsi qu'elle est décrite, sous forme d'une huile légèrement colorée en jaune, nous avons constaté en outre qu'elle se concrète à $+2°$, et même quelquefois à une température supérieure, en une masse de belles aiguilles enchevêtrées et avec un dégagement de chaleur tel que le thermomètre monte à $+14°$. Elle fond ensuite vers 12° à 15°.

Après la distillation à la vapeur d'eau dont nous venons de parler, nous avons remarqué que le liquide restant dans le ballon, après en avoir chassé la nitrosamine, est fortement coloré en jaune et laisse déposer par le refroidissement une quantité assez importante de belles aiguilles jaunes, fusibles à 102°-103°, très probablement constituées par la *nitrophénylméthylnitrosamine* $C^6H^4NO^2N{CH^3 \atop NO}$, déjà décrite par O. Fischer et E. Hepp [1]. Il faut donc supposer que dans la réaction employée il se forme, grâce à un excès de nitrite, de la nitrosamine nitrosée qui est ensuite oxydée en nitronitrosamine.

Ayant observé plusieurs fois dans nos essais de dosage la formation de ce composé, ainsi que celle aussi de la *p-nitrodiméthylaniline* $C^6H^4NO^2N{CH^3 \atop CH^3}$, longues aiguilles jaune-soufre, fusibles à 163°, déjà décrite par Schraube [2], Weber [3] et Wurster [4], nous avons fait réagir le nitrite de

[1] *Ber. der deutsch. chem. Ges.*, 19 (1886) 2992.
[2] *Ber. der deutsch. chem. Ges.*, 8 (1875) 620.
[3] *Ber. der deutsch. chem. Ges.* 10 (1877) 761.
[4] *Ber. der deutsch. chem. Ges.*, 12 (1879) 529.

sodium en excès sur une solution bien refroidie de chlorhydrate de monométhylaniline pure.

En essayant de distiller le produit de la réaction à la vapeur d'eau après l'avoir extrait à l'éther, nous n'avons plus retrouvé de phénylméthylnitrosamine, mais, par contre, nous avons recueilli une forte quantité de nitronitrosamine. Il se forme en même temps dans cette réaction, mais en plus petite quantité, une huile rougeâtre que nous n'avons pas encore examinée de plus près. Signalons à ce sujet une réaction qui permet de distinguer la nitronitrosamine de son produit d'oxydation et qui est sans doute applicable d'une manière générale pour différencier les amines paranitrosées des nitrosamines ou des amines nitrées.

On fait réagir l'acide gallique sur la substance à examiner, en solution dans l'acide acétique à 50 °/₀ et à la température du bain-marie pendant quelques heures. La nitrosonitrosamine donne dans ce cas, quoique lentement, la réaction colorée de la gallocyanine, tandis que son produit d'oxydation, la nitronitrosamine, ne la donne pas, le liquide reste absolument jaune pur.

La formation de la nitrophénylméthylnitrosamine $C^6H^4NO^2N{<}^{CH^3}_{NO}$, dont le poids moléculaire $=181$, tandis que celui de la phénylméthylnitrosamine est 136, est, comme on le comprend, une cause d'erreur dans le dosage de la monométhylaniline par la méthode en question.

Dans un dosage fait par ce procédé avec un mélange renfermant 56.28 °/₀ monométhylaniline, nous avons trouvé une quantité de nitrosamine correspondant à 56.17 °/₀ monométhylaniline, résultat absolument exact

en apparence, mais après avoir soumis la nitrosamine recueillie à la distillation à la vapeur d'eau, nous avons retrouvé dans le ballon où la distillation avait été effectuée et séparé par simple filtration une quantité de cristaux égale au 10 °/₀ du poids de la nitrosamine; dans ce cas, la constatation de ces 10 °/₀ de nitronitrosamine abaisse la teneur trouvée en monométhylaniline de 1.5 °/₀, mais il faut considérer qu'il est resté eucore une certaine quantité de base nitronitrosée dans les eaux de filtration et en outre qu'elle peut se former en proportion variable suivant les conditions dans lesquelles on opère et suivant la composition du mélange à analyser.

Ces faits nous ont donc engagés à chercher un autre procédé de dosage, et nous nous sommes attachés à rechercher une méthode qui permît de doser non seulement la monométhylaniline, mais encore l'aniline.

Nous avons d'abord essayé de séparer l'aniline d'un mélange des trois bases, en supposant que les sels d'aniline étant naturellement plus stables que ceux de mono ou de diméthylaniline, on pourrait trouver un sel d'aniline qui ne se décomposerait pas à la distillation à la vapeur d'eau en présence du même sel des autres bases. Nous avons reconnu après de nombreux essais que cette voie est impraticable, mais il nous paraît intéressant néanmoins de signaler quelques-unes des expériences faites à ce sujet. L'acétate, le succinate, le tartrate, le citrate, l'oxalate neutre d'aniline, se décomposent totalement ou en partie à la distillation à la vapeur d'eau, tandis que l'oxalate acide ne se décompose que très faiblement, on retrouve dans les eaux de distillation des traces d'aniline décelables seulement par la réaction extrêmement sensible du chlorure de chaux. L'oxalate de

diméthylaniline se décomposant quoique lentement par la vapeur d'eau, nous espérions qu'en distillant un mélange d'oxalate d'aniline et de diméthylaniline, cette dernière seule passerait, mais tel n'est pas le cas. Lorsqu'on distille à la vapeur d'eau un mélange de 5 gr. aniline, 5 gr. diméthylaniline, 8 gr. acide oxalique, on recueille un mélange renfermant une quantité notable d'aniline; le même fait se présente avec le sulfate, un mélange de 1.84 aniline, 15 gr. diméthylaniline, 8 cc. 6 H^2SO^4 au $^1/_3$ et la quantité nécessaire d'eau, nous a fourni à la distillation un produit renfermant une forte proportion d'aniline; la diméthylaniline déplace donc une certaine quantité d'aniline.

Nous avons alors cherché à doser directement l'aniline dans le mélange des trois bases, et nous sommes arrivés à un très bon résultat, comme on le verra plus loin, en la transformant en chlorure de diazobenzol et déterminant la quantité formée au moyen d'une solution titrée de sel R (sel de sodium de l'acide β-naphtoldisulfoné).

Il ne nous restait donc plus qu'à trouver un moyen de doser la monométhylaniline dans le mélange dont la teneur en aniline était déterminée. Nous avons trouvé qu'on arrivait à un résultat très exact en traitant le mélange par un poids connu d'anhydride acétique et déterminant par une liqueur titrée de soude l'excès d'anhydride acétique; la réaction doit se faire dans certaines conditions qui seront indiquées plus loin.

L'anhydride acétique et l'acide acétique à 100 $^0/_0$, chauffés avec l'aniline ou la diméthylaniline, donnent lieu à des réactions qui rendraient le dosage erroné, si l'on n'avait pas soin d'opérer à la température ordinaire.

Lorsqu'on chauffe l'aniline avec un fort excès d'anhydride (2 p. d'anhydride pour 1 p. aniline) pendant deux heures à l'ébullition, on trouve que la quantité d'acide consommée est de beaucoup supérieure à celle qui est nécessaire pour la formation de la monoacétanilide; nous supposons qu'il se forme dans ce cas de la diacétanilide, ce qui est fort probable, car Gumpert[1] dit avoir obtenu ce produit en chauffant sous pression à 130° un mélange d'aniline et d'anhydride acétique.

Lorsqu'on chauffe longtemps dans les mêmes conditions la diméthylaniline, même avec de l'acide acétique à 100 °/₀ en fort excès (5 p. d'acide pour 1 p. de diméthylaniline), le liquide se colore en violet bleu et il se forme une assez forte proportion d'une base possédant tous les caractères du *tétraméthyldiamidodiphénylméthane*

$$C\begin{cases} H \\ C^6H^4N\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \\ C^6H^4N\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \\ H \end{cases}$$

lequel prend naissance dans un grand nombre de réactions au moyen de la diméthylaniline. Cette base qu'on retire du produit de la réaction en le rendant légèrement alcalin, distillant l'excès de diméthylaniline par la vapeur d'eau, et extrayant par l'éther, est insoluble dans l'eau, très soluble dans les acides, la benzine, le chloroforme et l'alcool. Elle cristallise dans l'alcool pur ou légèrement étendu en petits feuillets blancs, fusibles à 86°-87°. La solution de ses sels est précipitée par les alcalis et donne

[1] *Journal für pract. chem.*, t. 32, p. 294.

par oxydation, au moyen de l'acide sulfurique et du bichromate de potassium, une forte odeur de quinone. Le bioxyde de manganèse ou le bioxyde de plomb, introduits dans sa solution acétique, y développent une coloration violet bleu intense, qui passe assez rapidement au jaune brun lorsqu'on opère en présence d'acide chlorhydrique ou d'acide sulfurique. Enfin, une très petite quantité de la solution alcoolique de cette base, déposée sur du papier à filtrer, imbibé d'une solution d'iode, y produit une coloration vert-émeraude. Toutes ces réactions caractérisent suffisamment le tétraméthyldiamidodiphénylméthane (Dœbner[1] et autres).

L'anhydride acétique réagissant en excès et à la température ordinaire sur l'aniline ou la monométhylaniline transforme intégralement ces bases en monoacétanilide et méthylacétanilide, tandis qu'il est inactif envers la diméthylaniline dans les conditions où nous opérons. Lorsqu'on laisse en contact, un peu longtemps et à la température ordinaire, la diméthylaniline et l'anhydride acétique, il se forme déjà en fort petite quantité la base dont nous avons parlé plus haut.

Voici donc la *méthode de dosage de l'aniline et de la monométhylaniline,* à laquelle nous nous sommes arrêtés.

Dosage de l'aniline. — On pèse 7 à 8 gr. du mélange à analyser qu'on dissout dans 28 à 32 cc. HCl, et la quantité d'eau nécessaire pour avoir un volume total de 100 cc. D'autre part, on prépare une solution de sel R, renfermant par litre la quantité correspondant à 10 gr. environ de naphtol.

On mesure 10 cc. de la solution des bases qu'on étend

[1] *Ber. der deutsch. chem. Ges.*, 12 (1879) 811.

avec un peu d'eau et de glace, puis on y introduit une quantité de nitrite de sodium capable de diazoter complètement le mélange, en supposant qu'il ne renferme que de l'aniline. On verse ensuite le produit de la réaction dans une quantité mesurée de la solution de sel R, additionnée d'un excès de carbonate de soude, et on opère par tâtonnements jusqu'à ce que la matière colorante, ayant été précipitée par le sel marin, les eaux de filtration ne donnent plus de coloration rouge par l'addition, soit de sel R, soit de chlorure de diazobenzol. D'après la quantité de sel R employée pour arriver à ce résultat, on détermine la proportion d'aniline renfermée dans le mélange.

Un mélange renfermant 10.76 °/₀ d'aniline nous a fourni par cette méthode les résultats suivants : 10.24 °/₀-10.40 °/₀.

Dosage de la monométhylaniline. — On pèse dans un petit ballon, pouvant être placé sur un bain-marie et relié à un réfrigérant ascendant, 1 à 2 gr. du mélange à analyser ; on introduit dans le liquide, aussi rapidement que possible, une quantité connue d'anhydride acétique correspondant à peu près au double du poids du mélange (nous renfermons notre anhydride acétique, pour plus de facilité, dans un petit flacon compte-gouttes, que nous pesons avant et après l'introduction de l'anhydride dans le mélange pour connaître exactement le poids employé). On réunit le ballon au réfrigérant ascendant et on laisse réagir à la température ambiante pendant une demi-heure ; on introduit ensuite dans le ballon environ 50 cc. d'eau et on chauffe au bain-marie pendant trois quarts d'heure, de manière à décomposer entièrement l'excès d'anhydride acétique.

On refroidit, on amène la liqueur à un volume connu et on titre l'acide acétique qu'elle renferme au moyen d'une solution titrée de soude et en se servant de phénolphtaléine comme indicateur. On calcule ensuite à quelle quantité de monométhylaniline correspond l'anhydride acétique consommé, après en avoir défalqué naturellement la quantité nécessaire pour acétyler l'aniline renfermée dans le mélange.

Voici, du reste, à titre d'exemple l'un de nos dosages :

Mélange employé	1.6264
Anhydride acétique	3.2486
Anhydride acétique en excès obtenu par le dosage	3.0702

Ce mélange renfermant, d'après le dosage de l'aniline par notre méthode, 10.30 % de cette base, soit 0.1675, nous établissons, pour trouver la quantité d'anhydride acétique qui a dû être consommée pour acétyler l'aniline, la proportion suivante :

$$93 : 51 = 0.1675 : x,$$

$$\text{d'où} \quad x = 0.0919.$$

Nous retranchons ce poids du poids total de l'anhydride acétique

$$\begin{array}{r} 3.2486 \\ -0.0919 \\ \hline 3.1577 \end{array}$$

Nous déduisons de ce nombre l'excès d'anhydride trouvé par le dosage, soit

$$\begin{array}{r} 3.1577 \\ -3.0702 \\ \hline 0.0875 \end{array}$$

puis, au moyen de la proportion suivante, nous trouvons à quelle quantité de monométhylaniline correspond 0.0875 anhydride acétique :

$$51 : 107 = 0.0875 : x,$$

d'où $x = 0.1835$, soit 11.28 % monométhylaniline.

Le mélange à analyser que nous avions préparé avec les bases pures renfermait les proportions suivantes :

	Teneur réelle.	Trouvé.	
Aniline	10.42 %	10.30 %	par dosage au sel R.
Monométhylaniline.	10.97	11.28	par dosage à l'anhydride [acétique.
Diméthylaniline . .	78.61	78.42	par différence.
	100.00	100.00	

On voit par cet exemple que cette méthode de dosage ne laisse rien à désirer sous le rapport de l'exactitude. La diméthylaniline pure qui nous a servi pour faire les déterminations nécessaires passait entièrement à la distillation à la température constante de 192° à 193°, et ne donnait aucune élévation de température avec l'anhydride acétique.

La monométhylaniline a été préparée par saponification de méthylacétanilide absolument pure. Enfin l'aniline a été retirée de l'aniline pure du commerce par plusieurs distillations.

RECHERCHES SUR QUELQUES COMBINAISONS

DU

GROUPE DE L'EUXANTHONE

PAR

E. PHOMINA

MM. Græbe et Feer ont obtenu, il y a quelques années, les oxydes de l'α et β phénylènenaphtylenkétone

$$CO \langle {C_6H_4 \atop C_{10}H_6} \rangle O$$

et l'oxyde de la phénylénetoluylenkétone

$$CO \langle {C_6H_4 \atop C_7H_6} \rangle O$$

M. le Prof. Græbe m'a engagée à étudier ces trois substances principalement au point de vue de la comparaison de leurs caractères chimiques avec celui de l'oxyde de la diphénylènkétone qui doit être regardée comme la substance primitive du groupe de l'euxanthone. Il résulte de mes observations qu'il y a en général une grande analogie entre ces oxydes, mais qu'il existe aussi des différences

provenant de ce que les deux premiers oxydes renferment une naphtaline à la place d'un benzol. Dans quelques réactions il se manifeste une différence, suivant que l'oxyde dérive de l'α ou du β naphtol.

Mes recherches m'ont donné comme résultat principal que les oxydes mentionnés se transforment sous l'influence de la potasse caustique en kétones bihydroxylées qui possèdent les propriétés caractéristiques des kétones de former avec l'hydroxylamine des acétoximes et avec la phénylhydrazine des hydrazones.

I. Dérivés du β naphtylènephénylènkétonoxyde.

β naphtylphénylkétone bihydroxylée $CO\left\langle\begin{matrix}C_6H_4.OH\\C_{10}H_6OH\end{matrix}\right.$. Ce corps se forme par l'action de la potasse sur l'oxyde correspondant. On peut chauffer cet oxyde avec deux parties de potasse et deux parties d'alcool dans un tube fermé à 200° pendant 8-9 h., ou fondre l'oxyde avec 5 parties de potasse jusqu'à ce que tout l'oxyde ait été transformé et que la masse rougeâtre ait commencé à se boursouffler. Le rendement est théorique dans les deux opérations, mais la dernière méthode est la plus commode. Dans les deux cas on ajoute au produit obtenu de l'eau. et on précipite, après avoir filtré, si c'est nécessaire, le nouveau corps par un acide, préférablement par l'acide carbonique.

La dioxyphénylnaphtylkétone est insoluble dans l'eau, soluble dans les dissolvants organiques; elle cristallise bien dans l'alcool. Les cristaux sont blancs, faiblement jaunâtres et opaques. Le point de fusion est à 168°-169°. Elle se

dissout dans les alcalis. La solution alcaline, chauffée sur le bain-marie, régénère partiellement l'oxyde. L'analyse a donné :

C 77,55 ; H 4,695.
Calculé : C 77,27 ; H 4,545.

Sel de potassium. Pour l'avoir, il suffit de jeter le contenu des tubes sur le filtre et de le laver deux ou trois fois avec de l'alcool. Le sel cristallise en aiguilles microscopiques d'un beau jaune de soufre. Il se conserve parfaitement bien. L'analyse a donné pour le potassium :

23,3 % K. Calculé : 22,98.

L'éther méthylique $CO\begin{array}{l}\diagup C_6H_4O.CH_3\\ \diagdown C_{10}H_6O.CH_3\end{array}$ a été obtenu en chauffant le sel potassique avec un excès d'iodure de méthyle pendant quelques heures à 140°-150°. On éloigne par distillation l'excès d'iodure de méthyle et on lave l'éther obtenu avec de la soude. C'est un corps extrêmement soluble dans tous les dissolvants organiques, et difficilement cristallisable. Recristallisé plusieurs fois dans l'alcool, il affecte la forme de petites paillettes transparentes et incolores. Il possède une odeur aromatique agréable, fond à 66-68°. L'analyse a donné :

C 78 ; H 5,49.
Calculé : C 78,08 ; H 5,479.

L'éther éthylique $C_2H_5OC_6H_4.CO.C_{10}H_6O.C_2H_5$ est préparé de la même manière que le précédent. Il cristallise bien dans l'alcool et dans la benzine. Cristallisé dans l'alcool il se présente sous forme de lamelles blanches et brillantes. Il fond à 138°-141°. L'analyse a donné :

C 78,9; H 6,3.
Calculé : C 78,75; H 6,25.

Des eaux mères de cet éther, cristallise un autre corps en aiguilles blanches, insoluble dans les alcalis. Donc ce n'est pas un éther monoéthylé. Il fond à 115°-121°. Son analyse a donné :

C 79,27; H 5,41.

Il est possible que ce soit

$$\begin{matrix} CO \left\langle \begin{matrix} C_6H_4O.C_2H_5 \\ C_{10}H_6 \end{matrix} \right. \\ CO \left\langle \begin{matrix} C_6H_4 \\ C_{10}H_6O.C_2H_5 \end{matrix} \right. \end{matrix} \quad (C_{10}H_6, C_6H_4) > O$$

mêlé à quelques traces d'éther biéthylique; cette formule demande 80,5 °/₀ de C, et 5,3 °/₀ de H.

Dérivé acétylé $CO_2CH_3.C_6H_4.CO.C_{10}H_6.CO_2CH_3$. Pour obtenir ce dérivé acétylé, j'ai traité le sel de potassium de β naphtylphénylkétone bihydroxylée avec un excès de chlorure d'acétyle pendant 2-3 h. sur le bain-marie. On ajoute de l'eau et de la soude au produit de la réaction et on retire le nouveau corps avec de l'éther. Il cristallise dans l'alcool en brillantes lamelles blanches. Il est complètement saponifié par les alcalis sur le bain-marie. Il fond à 107°-108°. L'analyse a donné :

C 72,13; H 4,64.
Calculé : C 72,41; H 4,59.

Phénylhydrazone $C_6H_5.NH.N{=}C \left\langle \begin{matrix} C_6H_4.OH \\ C_{10}H_6.OH \end{matrix} \right.$. Tandis que l'oxyde de la phénylénenaphtylènkétone ne se combine pas avec la phénylhydrazine, la kétone bihydroxylée

est transformée par ce réactif en une hydrazone. Il faut chauffer la kétone avec un excès de phénylhydrazine en solution alcoolique pendant 8-10 h. à 150°-170°. On traite ce produit obtenu, après avoir évaporé l'alcool, avec ClH, on le lave avec de l'eau et on cristallise dans le benzol. Il fond à 198°. Les cristaux rayonnants et compacts sont transparents dans le benzol et deviennent opaques et blancs quand ils sont séchés. L'analyse a donné pour l'azote 8,2, calculé 7,9.

Acétoxime $OH.N{=}C\begin{cases} C_6H_4.OH \\ C_{10}H_6.OH \end{cases}$. En chauffant la kétone bihydroxylée avec le chlorhydrate d'hydroxylamine sur le bain-marie l'acétoxime ne se forme pas. Mais on l'obtient en employant le sel potassique de la kétone, ou en ajoutant au chlorhydrate d'hydroxylamine la quantité nécessaire de carbonate de soude pour neutraliser l'acide chlorhydrique, et on chauffe le tout en solution alcoolique pendant 3-4 h. avec un réfrigérant ascendant. On évapore l'alcool, on ajoute un peu d'ClH, puis on extrait par l'éther. Le corps cristallisé dans l'alcool ou dans le benzol se présente sous forme de cristaux volumineux, transparents, un peu brunâtres. Il fond à 187°-188°. L'analyse a donné :

N 4,8.

Calculé : N 5,0.

Toutes les préparations de l'α naphtylphénylkétone bihydroxylée et de la dioxyphénylparatolylkétone sont faites de la même manière que celles de la β naphtylphénylkétone bihydroxylée, avec la seule différence que là, où on a employé précédemment le sel de potasse sec, ici

on a dû préparer chaque fois la solution alcoolique du sel de sodium. Cette solution se fait en dissolvant dans l'alcool le sodium calculé pour deux hydroxyles et en y dissolvant ensuite l'une ou l'autre kétone. Donc je ne citerai pas leurs préparations.

II. Dérivés de l'α naphtylènphénylènkétonoxyde.

α naphtylphénylkétone bihydroxylée $CO\begin{cases} C_6H_4.OH \\ C_{10}H_6.OH \end{cases}$.
Elle se dissout très facilement dans tous les dissolvants organiques et ne cristallise que très difficilement dans l'alcool. C'est un corps jaune verdâtre. Il fond à 103°-106°. L'analyse a donné :

	C 77,39 :	H 4,39.
Calculé :	C 77,27 ;	H 4,54.

Dissous dans les alcalis et chauffé sur le bain-marie il régénère plus facilement l'oxyde que son isomère β. Ses *sels* de sodium et de potassium, préparés à l'aide des alcoolates correspondants, ont une consistance sirupeuse et ne cristallisent pas. Évaporés à sec, ils sont jaunes d'abord et noircissent rapidement à l'air.

L'éther méthylique $CO\begin{cases} C_6H_4O.CH_3 \\ C_{10}H_6O.CH_3 \end{cases}$, se dissout très bien dans la benzine et l'alcool, de ce dernier il cristallise bien sous forme d'une poudre d'un blanc jaunâtre. Il fond à 64°-66°. L'analyse a donné :

	C 78,14 ;	H 5,478.
Calculé :	C 78,08 ;	H 5,479.

Dérivé acétylé $CO\langle^{C_6H_4O.CO.CH_3}_{C_{10}H_6O.CO.CH_3}$. Il cristallise dans l'alcool en brillantes lamelles jaunâtres, qui semblent être isomorphes avec celles de son isomère β. Il fond à 135°-137°. Chauffé avec des alcalis sur le bain-marie, il est aussi complètement saponifié. Son analyse a donné :

C 72,5 ; H 4,26.
Calculé : C 72,41 ; H 4,59.

Phénylhydrazone. C'est une masse solide rougeâtre, qui se dissout très facilement dans tous les dissolvants organiques, mais ne cristallise que très lentement et très difficilement dans les alcools éthylique et amilique.

Acétoxime $OH.N{=}C\langle^{C_6H_4.OH}_{C_{10}H_6.OH}$. On cristallise dans l'alcool ou dans le benzol, on obtient une poudre jaunâtre, fondant à 195°-196°. L'analyse :

N 5,3 ; calculé : N 5,0.

III. Dérivés du para toluilènephénylènkétonoxyde.

Le salicylate de para tolyle $HO.C_6H_4.CO_2.C_6H_4,CH_3$ a été obtenu pour la première fois par MM. Græbe et Feer. C'est un corps blanc qui se dissout facilement dans l'alcool chaud et se précipite par refroidissement sous forme d'huile, qui se prend bientôt en cristaux microscopiques. De la solution alcoolique non saturée, il cristallise en longues aiguilles. Il fond à 39°-41°. L'analyse a donné :

C 73,43 ; H 5,38.
Calculé : C 73,68 ; H 5,26.

Le *Dioxyphényltolylkétone* $CO \begin{cases} C_6H_4.OH \\ C_7H_6.OH \end{cases}$ n'était obtenu que d'après la première méthode. C'est un corps huileux, possédant une odeur désagréable; ses sels de sodium et de potassium se préparent de la même manière que pour l'α naphtylphénylkétone bihydroxylée. Ils possèdent une couleur jaune et se conservent parfaitement bien.

L'éther éthylique se dissout très bien dans tous les dissolvants organiques et s'y dépose sous forme d'huile avec quelques faibles indices de cristallisation.

Le dérivé acétylé est une huile qui se dissout dans l'alcool avec une fluorescence verdâtre.

Phénylhydrazone. C'est une huile qui se dissout bien dans tous les dissolvants organiques. L'analyse qualitative y a prouvé la présence d'azote.

Réduction.

Réduction des oxydes à l'aide de l'IH. Quand on chauffe l'oxyde de la β naphtylènephénylènkétone avec de l'acide iodhydrique et du phosphore rouge, calculés tous les deux pour réduire le groupe kétonique CO en méthylèn CH_2, à 150° pendant 7-8 h., tout l'oxyde se carbonise, tandis que l'oxyde de l'α naphtylènephénylènkétone, chauffé dans les mêmes conditions, reste non attaqué.

Pour réduire β oxyde il a fallu prendre un grand excès de phosphore et ne chauffer que 3-3 $^1/_2$ h. à 150°, tandis que pour transformer α oxyde il a fallu chauffer à 170° pendant 4-5 h. avec la double quantité du phosphore

calculé. On traite les produits de la réaction avec de la soude caustique pour éloigner l'iode et on extrait avec du benzol, qu'on lave avec de la soude et avec de l'acide sulfureux. On éloigne le benzol : les nouveaux corps sont des liquides. On les soumet à la distillation fractionnée. Dans les deux produits de réduction il y a une portion qui distille vers 200°, avec la seule différence que pour le produit du β oxyde elle est très faible.

Cette portion se présente sous forme d'une huile claire légère (jaunâtre pour β), possédant l'odeur et l'aspect des hydrures de naphtaline.

Le reste distille au-dessus de 360° comme une huile brunâtre et reste moitié liquide, moitié solide après refroidissement.

Les analyses des corps distillant vers 200° se rapprochent beaucoup des analyses données par M. Græbe pour les hydrures de naphtaline. Ces analyses m'ont donné :

β : C 87,2 ; H 11,1.
α : C 88,5 ; H 9.

L'analyse du β se rapproche de la formule $C_{10}H_{16}$ et celle de l'α de la formule $C_{10}H_{12}$.

Les analyses des portions distillant au-dessus de 360° :

β : C 83,6 ; H 8,997.
α : C 82,15 ; H 8,1.

Cela paraît être des hydronaphtylèneméthylènphénylénoxydes $CH_2 \begin{smallmatrix} \diagup C_6H_4 \\ \diagdown C_{10}H_6 \end{smallmatrix} > O + H$ mêlés aux corps primitifs.

On a essayé de réduire aussi le corps bihydroxylé de la β kétone et la dioxyphénylparatolylkétone. La β kétone a été traitée à 150° pendant 4-5 h. Elle a donné deux

produits. L'un est une poudre jaunâtre, insoluble dans les alcalis, ayant le point de fusion au-dessus de 260°, mais ce point de fusion n'est pas net; c'est probablement un produit de condensation. L'autre, le produit principal, est soluble dans les alcalis et fond vers 70°. Ni l'un, ni l'autre, n'ont pu être cristallisés.

La dioxyphényltolylkétone chauffée à 150° n'est pas attaquée; à 170° tout le phosphore est entré en réaction. On obtient ainsi un corps huileux brun, insoluble dans les alcalis. On le soumet à la distillation fractionnée. La plus grande partie distille au-dessus de 360° et cristallise partiellement. Ces corps n'ont pas été analysés.

Réduction des oxydes à l'aide de poudre de zinc. Quand on chauffe l'α kétonoxyde avec 15 fois de son poids de poudre de zinc dans un tube fermé par un bout, on obtient un corps nouveau qui ne se dissout que difficilement dans l'alcool, très facilement dans le benzol et le chloroforme. Il cristallise bien dans le mélange d'alcool et de benzol et suivant les proportions de ces deux corps il cristallise tantôt en aiguilles, tantôt en paillettes jaunâtres. Le point de fusion de ce corps est 174-175°. L'analyse :

C 89,7 ; H 4,55.

Calculé pour $CH_2 \langle {C_6H_4 \atop C_{10}H_6} \rangle O$: C 87,93; H 5,17.

Probablement nous avons ici un mélange avec quelques traces d'un autre corps plus réduit.

Pour purifier ce corps on a préparé sa double combinaison avec de l'acide picrique, et, après avoir décomposé le dernier corps par l'ammoniaque, on a fait de nouveau l'analyse de l'α naphtylèneméthylènphénylénoxyde. Cette

analyse a donné sensiblement les mêmes chiffres que la précédente, savoir :

C 89,43; H 4,58.

Les mêmes faits se manifestent pour l'euxanthone.

β kétonoxyde reste inaltéré, abstraction faite de quelques traces insignifiantes de naphtaline, qu'on a pu constater dans chaque opération.

Action du pentachlorure de phosphore sur ces oxydes. On a voulu remplacer l'oxygène kétonique par le chlore. A 150° les oxydes restent inaltérés. Si l'on chauffe à 170° dans des tubes de petit diamètre pendant 4-5 h., il se forme une masse d'oxychlorure de phosphore et une substance nouvelle qui a le point de fusion très haut et pas net et qui ne contient pas de chlore et ne cristallise pas. Probablement c'est un produit de condensation. Cette substance n'a pas été analysée de très près.

Oxydation.

L'oxydation était entreprise avec le but de déterminer la position du groupe OH dans les noyaux naphtaliques et crésolique. On a pensé qu'on pourrait oxyder le noyau benzolique et ainsi transformer l'autre en oxyacides connus.

On a essayé d'oxyder avec l'acide nitrique, avec la potasse caustique et avec le permanganate de potasse. L'oxydation avec les deux premiers réactifs ne va pas. L'acide azotique nitre les corps bihydroxylés au lieu de les oxyder, et la potasse transforme, comme c'est dit plus haut, tout

l'oxyde en corps bihydroxylé, plus quelques traces d'acide salicylique.

Si l'on chauffe sur le bain-marie la β naphtylènephénylènkétone bihydroxylée avec le permanganate de potasse elle s'oxyde complètement en naphtol. Si l'on procède à froid, il se forme à côté du naphtol un peu d'un acide qui se dissout difficilement dans l'eau et dans tous les dissolvants organiques. Son point de fusion n'est pas net, il est à peu près à 185°. L'analyse a donné :

C 59,51 ; H 4,31,

il est possible que ce soit :

$$HO.C_6H_4—CO—C_6H_2(CO_2H)_2OH$$

qui demande :

C 59,6 ; H 3,31.

Mais comme dans chaque oxydation on n'obtient que très peu de cet acide, on n'a pu l'étudier à fond jusqu'à maintenant. Je continue cette partie du travail, afin d'obtenir des résultats plus précis.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

J. Mooser. Untersuchungen ueber den Mikrophoncontact. Recherches sur le contact des microphones. (*Jahresbericht der Physikalischen Gesellschaft in Zürich*, 1888, p. 11.)

L'auteur trouve que dans un microphone Blake la résistance varie non seulement avec la pression de la sphère de platine sur l'électrode de charbon mais aussi avec l'intensité du courant, et est représentée d'une manière satisfaisante, pour des pressions de 1 à 10 grammes et pour des intensités de 0,0018 à 0,0232 ampère, par la formule

$$w = c' \sqrt[3]{\frac{1}{p^2}} + \frac{c''}{i^2}$$

c' et c'' sont deux constantes qui, dans le microphone étudié, avaient les valeurs $c'=16,82$; $e''=0,000026$.

Cette influence de l'intensité s'explique par le dégagement de chaleur très appréciable qui a lieu au contact et l'augmentation de surface qui en résulte. C. S.

A. Riggenbach. On a method... Méthode pour photographier les nuages. (*Quarterly Journal of the royal meteorological Society*, vol. XV, n° 69, Janv. 1889.)

La lumière bleue du ciel exerçant une action photographique presque égale à celle de la lumière blanche envoyée par les nuages (*cirri*), il est fort difficile d'obtenir une image nette de ces derniers. On peut cependant y parvenir en interposant un prisme de Nicol sur le trajet des rayons ou ce qui est plus facile en les recevant dans la chambre obscure après une réflexion sur un miroir de verre noir convenablement orienté ; on peut ainsi éteindre presque complètement la lumière polarisée du ciel bleu, tandis que la lumière naturelle du nuage reste beaucoup plus intense. On arrive au même

résultat en photographiant l'image des nuages réfléchis dans une nappe d'eau, ainsi que l'a observé M. le Dr Burckhardt.

C. S.

ZOOLOGIE ET PALÉONTOLOGIE

FÉLIX PLATEAU. RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LA VISION CHEZ LES ARTHROPODES. IVme et Vme mémoires. (Résumé communiqué à la Soc. de Phys. de Genève par M. le Dr Aug. Wartmann.)

Dans les trois premières parties de ce travail, M. Plateau a consigné le résultat de ses expériences sur la vision d'Arthropodes ne possédant que des yeux simples; dans la quatrième et cinquième partie, dont nous rendons compte ici, il aborde le sujet plus délicat des perceptions visuelles des Insectes à l'aide des yeux composés, soit lorsque les objets sont fixes, soit lorsqu'ils se meuvent. M. Plateau commence par résumer une très nombreuse bibliographie par ces trois conclusions : 1° L'œil composé tout entier a la même structure fondamentale qu'un œil simple; 2° Le cône cristallin ne fait pas partie des milieux réfringents de l'œil; c'est l'organe qui sert de soutien aux terminaisons nerveuses réceptrices; 3° L'œil composé, tel qu'on le décrit actuellement, ne permet pas la perception nette des formes. Il cite ensuite les différentes objections qui ont été faites aux résultats obtenus dans les trois premières parties de son travail et pour les réfuter il rend compte d'une nouvelle série de recherches en demandant aux animaux en expérience non plus de choisir entre des orifices lumineux, mais de progresser à travers les dédales d'un labyrinthe ingénieux représenté à la Pl. III. Ses expériences portent comparativement sur des Insectes (Orthoptères, Coléoptères, Hyménoptères, soit privés de leurs ailes soit intacts; Diptères privés d'ailes); et sur des Vertébrés des quatre groupes. Il rend compte ensuite de ses observations sur des Insectes en liberté, puis il passe à une série d'expériences sur des Insectes et sur des Vertébrés obligés de choisir entre deux orifices de formes différentes, et arrive aux conclusions suivantes :

1° L'examen des travaux anatomiques récents sur la struc-

ture des yeux composés conduit à la conclusion théorique qu'une perception nette de la forme des objets ne peut avoir lieu à l'aide d'yeux de cette nature, et que, par conséquent, les Insectes ne voient pas, ou voient très mal les contours des corps;

2° Cette hypothèse que plusieurs naturalistes ont émise en se basant sur des considérations diverses, l'appliquant soit à tous les Insectes, soit à la plupart d'entre eux, se trouve confirmée par les résultats d'expériences comparatives sur les Vertébrés multiples ainsi que sur de nombreux Insectes placés dans les mêmes conditions, et appelés à se diriger au milieu d'objets immobiles à contours tranchés;

3° Les Mammifères, les Oiseaux, les Reptiles, les Amphibiens circulent avec sûreté parmi les obstacles, ne heurtent rien et démontrent ainsi l'existence, dans leurs organes visuels, d'images rétiniennes nettes, perçues nettement. Tandis que les Insectes ou bien se cognent à tous les obstacles, ou bien sont obligés d'utiliser des organes tactiles, ou bien encore ne parviennent à éviter les barrières placées sur leur chemin que grâce à des impressions d'ensemble résultant soit de la lumière que refléchissent des surfaces éclairées, soit des ombres projetées sur le sol, et prouvent par leurs allures que leur vision est confuse:

4° Lorsqu'on tient compte de la perception des mouvements, de l'influence des surfaces un peu étendues, soit blanches, soit colorées, enfin des perceptions objectives, et si l'on n'accepte que les cas où ces causes d'interprétation fausses de la part de l'observateur sont écartées, les manifestations spontanées des Insectes en liberté sont, en général, la confirmation des expériences de laboratoire;

5° L'ancienne méthode de l'auteur consistant à faire choisir à l'animal entre un orifice éclairé permettant le passage et un orifice éclairé aussi, mais obstrué par des barreaux, est défectueuse. Les Vertébrés placés, à cet égard, dans les mêmes conditions que les Insectes, commettent des erreurs analogues.

Ces erreurs, qui sont des erreurs de jugement, ne peuvent nous fournir aucun renseignement sur la netteté des perceptions visuelles.

M. Plateau présente ensuite les résultats d'une série d'ex-

riences pour observer la perception des mouvements chez les Insectes en liberté (Hyménoptères, Diptères, Lépidoptères, Odonates, Orthoptères et Coléoptères); puis sur des Insectes diurnes et nocturnes aveuglés soit en recouvrant leurs yeux de couleur à l'huile noire, soit en sectionnant les cordons nerveux optiques. Il conclut ainsi :

Chez les Arthropodes à yeux simples la vue est fort mauvaise et ce n'est que grâce à l'emploi incessant d'organes tactiles explorateurs que ces animaux circulent assez librement.

Pour les Insectes à yeux composés il n'existe pas une perception nette des formes, mais bien la perception des mouvements un peu rapides.

L'animal circulant dans l'air a la perception très vive de l'ombre et de la lumière, de sorte que, sans distinguer comme nous, les détails du paysage, il sait éviter les masses telles que troncs d'arbres, rochers, murailles, branches (surtout si celles-ci sont en mouvement). Lorsque son mode d'alimentation exige qu'il visite certaines fleurs, il se porte vers celles-ci, tantôt avec sûreté en se laissant guider par ses sensations olfactives seules, si son odorat est très développé, tantôt au hasard, si cet odorat est relativement obtus. Incapable de distinguer par les formes les fleurs différentes mais de même couleur, il se précipite vers les taches colorées que constituent pour lui les corolles ou les inflorescences, tournoie, hésite et ne se décide que lorsque la distance devenue assez faible lui permet de constater par l'odeur s'il a trouvé ou non ce qu'il cherchait.

Il en est de même lorsque l'Insecte se nourrit d'animaux vivants : si sa proie est immobile, il a recours à l'odorat pour la reconnaître, si elle vole ou court, alors l'insecte l'aperçoit, lui donne la chasse, et parvient à la capturer par suite de la perception des mouvements. Chez l'Insecte qui visite les fleurs, comme chez l'Insecte carnassier, l'odorat seul ou l'odorat et la visibilité des mouvements assurent le rapprochement sexuel. Enfin, c'est encore la perception des mouvements qui avertit l'un et l'autre de l'approche d'un ennemi et qui permet la fuite à temps.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

A LAUSANNE

Séance du 20 mars 1889.

A. Gétaz. Note aranéologique sur le Pays d'Enhaut. — W. Robert. Incrustations de chaudières. — H. Dufour. Glacière naturelle de Saint-Georges.

M. le prof. H. Blanc donne lecture, au nom de M. A. Gétaz, d'une *Note aranéologique sur le Pays d'Enhaut et sur deux espèces nouvelles d'araignées.* Dans cette étude très complète, M. Gétaz donne une liste de 87 espèces d'araignées renfermant deux espèces nouvelles pour la faune suisse et deux espèces nouvelles pour la science aranéologique. *(Voir aux mémoires.)*

M. W. Robert fait circuler *des échantillons d'incrustations de chaudière* provenant des bateaux à vapeur l'*Helvétie* et le *Dauphin.* Ainsi que l'ont montré les analyses de H. St-Claire-Deville, Risler, Walther, Lossier et Brandbourg, l'eau du Léman contient 0,16 à 0,17 gr. par litre de matières solubles consistant surtout en carbonate de chaux, sulfate de chaux, carbonate de magnésie, sulfate de sodium, etc., etc.

Les incrustations formées à l'entrée du canal d'alimenta-

tion de l'*Helvétie* forment une masse tufeuse blanche pouvant se pulvériser entre les doigts. L'analyse y a démontré la présence d'acide carbonique, de chaux, de magnésie et de traces d'alumine et de fer. L'oxyde de fer provient peut-être de la chaudière; il aura été entraîné mécaniquement.

Les incrustations des tubes bouilleurs du *Dauphin* sont plus dures et d'une structure cristalline. Elles renferment les mêmes corps que celles de l'*Helvétie* et en plus de l'acide sulfurique. On pourrait supposer qu'on a voulu empêcher leur formation dans la chaudière de l'*Helvétie* en ajoutant de la soude, qui précipite tous les sels calcaires à l'état pulvérulent sous forme de carbonates. Ceci expliquerait l'absence de l'acide sulfurique dans ces dernières

M. Henri Dufour, prof., donne le résumé de quelques-unes des observations faites par lui dans la *glacière de Saint-Georges dans le Jura vaudois*. Il rappelle que cette glacière a fait l'objet d'une étude très approfondie de M. le prof. Thury, de Genève (*Archives des sc. phys. et nat.*, t. X, 1861, p. 97). Les résultats des observations faites à Saint-Georges n'ont d'autre intérêt que de confirmer l'explication de la formation de la glace telle qu'elle a été donnée par M. Thury.

Les courses faites à Saint-Georges ont eu lieu en décembre 1879, dont la température a été exceptionnellement basse; en avril 1880 et en octobre 1888. Dans les courses d'hiver et de printemps, la chute d'air froid de l'extérieur a été nettement observée au moment où la température extérieure s'abaisse au-dessous de celle de l'intérieur. En décembre 1877, des mesures de température faites sur toute la hauteur de la galerie donnent des chiffres variant de — 5°,0 à — 6°,0, la température de l'air extérieur étant — 1° à midi. La température de la glace à 10 cent. de profondeur était de — 6, elle était de — 4°,8 à 31 cent. de profondeur.

Pendant la nuit la température de l'air dans la glacière est descendue à — 8°,5 et — 9°.

Au printemps (avril 1880) la température de l'air était un peu au-dessus de 0 + 0,2 à + 0°,7. La glace est en fusion et l'eau découle des voûtes. Pendant la période de 1879 à 1888, le plancher de glace s'est constamment élevé.

Séance du 3 avril.

Palaz. Emploi d'un fil de retour commun dans les lignes téléphoniques. — F.-A. Forel. Cas de fasciation d'un rameau de frêne. — F.-A. Forel. Règle d'Hondt. — F.-A. Forel. Reproduction par division.

M. Palaz expose le résultat des calculs qu'il a faits *pour justifier l'emploi d'un fil de retour commun dans les lignes téléphoniques.* On sait que l'exploitation simultanée des réseaux téléphoniques actuels et des circuits d'éclairage électrique est accompagnée d'inconvénients très graves. Les lignes téléphoniques actuelles sont reliées à la terre à leurs extrémités et le courant électrique ondulatoire qui transmet la parole emprunte la terre pour compléter le circuit. Or il est difficile, sinon impossible, d'isoler complètement de la terre les lignes et les machines destinées à l'éclairage électrique; il se perd donc toujours une faible partie des courants électriques industriels qui se rend dans la terre ; le sol est alors imprégné en quelque sorte de fluctuations électriques qui remontent dans les fils téléphoniques et se traduisent au téléphone par des bruits étranges, assez intenses pour gêner sérieusement et même pour empêcher les transmissions téléphoniques. Le seul moyen qui permette de supprimer complètement ces inconvénients consiste à reconstruire les réseaux téléphoniques actuels en donnant deux fils à la ligne de chaque abonné, de manière à la rendre indépendante de la terre. Ce moyen coûterait naturellement assez cher.

Il existe heureusement une autre solution plus économique, mais contre laquelle on a fait des objections assez sérieuses. Cette solution consiste à remplacer pour tous les fils d'une même artère téléphonique le retour du courant par la terre par le retour au travers d'un seul fil spécial, de fort diamètre, et qui servira de fil de retour commun à tous les abonnés desservis par cette artère. Les objections que l'on fait à cette solution peuvent être énoncées comme suit. Lorsqu'un abonné appellera la station centrale ou lorsqu'il causera, son appel et sa conversation ne seront pas seulement

perçues sur son fil, mais sur tous les fils voisins utilisant le même fil de retour commun.

Le résultat des calculs théoriques de M. Palaz montre que ces craintes ne sont pas fondées ; dans la transmission des courants téléphoniques, il faut en effet tenir compte du caractère ondulatoire de ces courants et de la rapidité de leurs ondulations. Il en résulte que la répartition du courant sur le fil de retour commun et sur les autres fils de l'artère se fait d'une tout autre manière que si le courant était continu et constant. En se plaçant dans les conditions ordinaires correspondant à la réalité, M. Palaz trouve, par exemple, que le courant téléphonique qu'un fil voisin reçoit est quinze mille fois plus faible que celui qui correspond à une conversation ordinaire; le son produit par ce courant est donc aussi quinze mille fois plus petit, ce qui revient à dire qu'il est absolument imperceptible.

Le calcul mathématique amène donc M. Palaz à la conclusion que la construction des lignes téléphoniques à fil de retour commun est réalisable pratiquement ; or une artère d'une longueur d'un kilomètre, comprenant cent fils, exigerait une dépense d'au moins 20,000 à 30,000 francs pour être transformée dans le système à double fil, sans compter que les appareils de la station centrale devraient être modifiés. La transformation de l'artère à l'aide du fil de retour commun ne reviendrait pas à plus de 1,000 francs et donnerait des résultats à peu près aussi satisfaisants. En terminant, M. Palaz exprime l'espoir de pouvoir faire bientôt quelques expériences pour vérifier expérimentalement les formules auxquelles il est parvenu.

M, F.-A. Forel présente *un cas remarquable de fasciation d'un rameau de frêne* trouvé dans une haie par M. Louis Bauverd, propriétaire à Vullierens, sur Morges. Le rameau, pousse de l'année, qui s'étale en lame légèrement voilée, mesure 54 cm. de long sur 10 cm. de large; il porte près de 180 bourgeons avortés. Cet échantillon est offert au Musée cantonal vaudois.

M. Forel expose et démontre la règle arithmétique de répartition proportionnelle de choses indivisibles (règle

d'Hondt), applicable entre autres à l'élection de députés au parlement, groupés sur diverses listes concurrentes.

M. Forel cite une observation de M. Maupas d'Alger qui a constaté la fréquence de la reproduction par division d'une espèce d'Infusoire du genre *Stylonichia*. Il y a cinq dédoublements par jour, soit 150 à la fin d'un mois. Au bout du mois les descendants de la 150me génération, s'ils venaient tous à bien, seraient exprimés par un nombre suivi de 44 zéros.

Que signifie un tel nombre? Pour l'apprécier, invitons la population entière de la terre, soit 1,400 millions d'hommes, à travailler pendant mille millards de siècles en comptant à chaque seconde de temps mille milliards d'infusoires. Il s'en faudrait encore de quelques zéros qu'ils arrivassent à bout de l'ouvrage. C'est un chiffre innombrable.

M. Maupas a fait une évaluation plus tangible en calculant que le volume total des descendants de la 150me génération formerait un cube mesurant un million de fois le volume du soleil. L'Infusoire en question a une longueur de un cinquième de millimètre environ.

M. Forel fait remarquer que plus ou moins tous les êtres infiniment petits sont susceptibles d'une reproduction aussi rapide. Les Bactéries, qui se divisent au bout d'une heure de vie donneraient des chiffres encore bien plus considérables.

Comment la terre, le ciel et l'eau ne sont-ils pas envahis par ces pullulations effrénées? Il suffit qu'à chaque génération la moitié des descendants soient mangés ou tués avant d'arriver à reproduire pour que l'espèce ne s'accroisse pas au delà de ses limites actuelles.

Séance du 17 avril.

N. Lœwenthal. Spermatogénèse chez l'oxyure de lapin. — Martinet. Photographies alpestres. — Jean Dufour. Fasciation chez des saules et des sapins.

M. N. Lœwenthal fait une communication sur la *spermatogénèse chez l'oxyure du lapin*. L'évolution des zoospermes

comprend trois ordres principaux de cellules. Ce sont: 1° Les cellules-mères. 2° Les spermatocytoblastes. 3° Les spermatocytes. Les spermatocytoblastes se présentent sous deux formes distinctes: *a.* la forme jeune; *b.* la forme adulte. Les spermatocytoblastes jeunes sont des cellules nuclées très petites, les plus petites du testicule, de forme allongée ayant environ $0^{mm},006$-$0^{mm},008$ de longueur sur $0^{mm},003$-$0^{mm},004$ de largeur. Lorsque ces cellules passent à l'état adulte, l'ancien noyau s'entoure d'un espace nucléaire volumineux nouvellement différencié du corps de la cellule. Le protoplasme proprement dit est réduit à une couche marginale étroite. Les cellules ont de $0^{mm},012$ à $0^{mm},015$ de diamètre. Elles se divisent ensuite d'après le mode de segmentation karyokinétique. Les corpuscules centraux (van Beneden) des figures stellaires achromatiques apparaissent non pas au niveau de la limite de l'ancien noyau, mais à la limite de l'espace nucléaire nouveau et du protoplasme. Trois anses chromatiques se forment. Les cellules-filles, ou spermatocytes, se présentent également sous deux formes distinctes: *a.* la forme jeune; *b.* la forme adulte. Les spermatocytes jeunes, conjuguées par deux, ont de $0^{mm},006$ à $0^{mm},0085$ de diamètre. Dans chacune de ces cellules on reconnaît un corpuscule hyalin faisant saillie en dehors et qui n'est autre chose qu'un des corpuscules centraux, augmenté de volume, des anciennes figures stellaires achromatiques. Les éléments chromatiques dérivés de la division précédente s'accolent et touchent à la base du dit corpuscule hyalin. Dans les stades ultérieurs, on reconnaît à la place des éléments précédents une petite calotte formée d'une substance homogène et réfringente. L'espace nucléaire des spermatocytes se détache par son apparence plus claire. Le rachis est réduit à un filament très délié. Plusieurs corpuscules nucléiformes apparaissent, ensuite, dans l'espace nucléaire, se fusionnent et constituent un corps globuleux, luisant, de $0^{mm},005$ environ de diamètre, que l'on peut désigner sous le nom de pseudonucleus. Ce corps se dégage, plus tard, de l'espace nucléaire qui diminue de volume et prend la forme d'un cône dont la base touche au pseudonucleus. On ne distingue plus la calotte polaire. De très petits corpuscules globuleux sont dispersés entre les spermatocytes, étant sou-

vent accolés au sommet de ces derniers. Ils ont maintenant $0^{mm},012$-$0^{mm},014$ de large et environ $0^{mm},009$ de large au niveau de la base. Les spermatocytes ainsi conformés se transforment directement en zoospermes. Le cône central et le protoplasme fournissent la partie céphalique ; le pseudonucleus, la partie caudale du zoosperme. Au niveau du sommet du cône central apparaît un corpuscule, très petit au début, qui augmente de volume et constitue le noyau de la partie céphalique du zoosperme. Ce noyau ne se colore que faiblement dans les solutions carminées et ne contient ni nucléoles, ni filaments chromatiques. Le pseudonucleus s'allonge et se transforme en un appendice caudal étroit, deux à trois fois plus long que la partie céphalique et effilé en pointe. Il arrive aussi que le cou de la portion caudale constitue une véritable pièce intermédiaire dans laquelle s'est concentrée la substance réfringente de l'ancien pseudonucleus. Les zoospermes sont formés, dans ces cas, de trois pièces distinctes qui sont : *a.* la tête ; elle est globuleuse et contient le nucleus ; *b.* le segment intermédiaire ; il se distingue par son apparence vitreuse ; *c.* le prolongement caudal ou la queue, de longueur un peu variable. Des zoospermes ainsi conformés se trouvent non seulement dans les voies génitales mâles, mais aussi dans les voies génitales femelleset notamment dans le réceptacle séminal. Le dernier segment du tube générateur mâle contient des globules luisants de volume assez variable.

M. le prof. Martinet fait circuler une série de photographies intéressantes représentant les pâturages des Alpes et du Jura ainsi que différents sujets d'économie alpestre.

M. Jean Dufour présente quelques rameaux de saule et de sapin atteints de *fasciation*, soit d'un aplatissement anormal de l'axe. Il montre que certains caractères se retrouvent presque toujours dans ce genre de monstruosités : ainsi le développement des bourgeons qui apparaissent en nombre considérable sur les faces du rameau aplati. La fasciation du frêne, présentée par M. Forel dans la précédente séance avait également près de 180 bourgeons. Un autre caractère consiste dans la disposition irrégulière des bourgeons et des

feuilles sur les rameaux aplatis. Ils sont souvent rassemblés sur certains points, au lieu d'être arrangés en spirale.

Les fasciations ne proviennent pas de *soudures* de plusieurs rameaux, comme on le croyait autrefois. Il suffit de couper transversalement les branches aplaties pour voir qu'elles ont une seule moelle et un seul corps ligneux, tous deux allongés suivant un certain diamètre. L'origine de la monstruosité doit être cherchée évidemment dans un aplatissement anormal du cône végétatif qui a donné naissance à la branche. Mais il est très difficile de s'en assurer, car lorsque la fasciation est formée et devenue visible, ce cône végétatif n'existe plus.

On attribue généralement la cause première de ces phénomènes à un afflux exagéré de substances nutritives et d'eau. Cela ne constitue pas une explication bien positive. Il arrive très souvent que des plantes ont trop d'eau et de matières salines à leur disposition, et cependant les fasciations sont relativement rares.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 7 mars 1889.

V. Fatio. Catalogue des oiseaux de la Suisse. — L. Duparc et Al. Le Royer. Notices cristallographiques. — P. Piccinelli. Schiste micacé de la vallée de Binnen. — L. Soret. Polarisation atmosphérique. — Chodat. Fleurs des Saules. — D'Espine et Urdariano. Pneumonie rudimentaire chez les enfants. — D'Espine. Traitement de la diphtérie par l'acide salicylique. — Wimhurst. Rapidité de la décharge électrique. — Kundt. Changement de l'indice de réfraction des métaux avec la température. — Delebecque. Tracés limnographiques.

M. Victor Fatio présente à la Société la première livraison d'un *Catalogue des oiseaux de la Suisse* publié par ordre du Département fédéral de l'Industrie et de l'Agriculture (division des forêts) et dont la rédaction lui a été confiée, en même temps qu'au Dr Th. Studer de Berne[1].

Conçu surtout dans un but pratique, pour permettre d'apprécier toujours mieux le rôle et l'importance des nombreux oiseaux, tant migrateurs que sédentaires, qui, plus ou moins, vivent dans le pays, cet ouvrage en deux éditions, française et allemande, traite principalement de la distribution géographique des différentes espèces, de leur abondance relative, de leurs passages, de leurs allures, de leur reproduction et de leur alimentation.

[1] En librairie, chez H. Georg à Genève, chez Schmid à Berne.

Le catalogue doit paraître par livraisons annuelles; la première, comprenant 108 pages grand in-8° et 7 cartes géographiques en couleurs, traite de 32 Rapaces diurnes observés dans le pays et sur le rôle desquels il était tout particulièrement utile d'être bien renseigné. Des sept cartes qui illustrent cette première partie du travail, la première, orohydrographique, établit en Suisse XI régions subdivisées, sauf celle du Jura, d'après les niveaux en deux sous-régions, inférieure et supérieure; les six autres représentent la distribution dans le pays de dix-neuf des principaux Rapaces signalés.

Le chapitre consacré à l'histoire du Gypaète (*Lämmergeier*) est des plus intéressants, en ce sens qu'il reprend l'histoire de cet oiseau en Suisse depuis Gessner, en 1554, qu'il enregistre tous les individus vus ou capturés dans notre siècle et qu'il figure graphiquement sur la carte dévolue à cet oiseau, la réduction graduelle de son habitat depuis le XVIme siècle jusqu'à aujourd'hui. La carte II montre, en effet, la diminution progressive des ilots dans lesquels l'espèce, de plus en plus décimée, presque anéantie de nos jours, a été refoulée sur quelques points des plus reculés de nos Alpes; comparée à la carte V attribuée à l'Aigle royal, elle nous apprend en même temps que l'aire géographique du Gypaète fut à peu près la même en Suisse que celle de l'Aigle jusque vers la fin du XVIIIme siècle.

Les abondantes données recueillies dans ces dernières années par MM. Fatio et Studer sur la plupart des oiseaux en Suisse, auprès de nombreux observateurs en différents cantons, ne peuvent que faire bien augurer de la suite d'un travail qui, comme celui-ci, intéresse à divers égards tant de personnes dans le pays.

M. Alex. Le Royer fait l'exposé d'un travail qu'il vient d'exécuter avec la collaboration de M. L. Duparc sur les *formes cristallines de quelques composés organiques*[1].

[1] Voir pour ce travail *Archives des sciences phys. et nat.*, 1889, tome XXI, p. 318.

M. L. Duparc communique au nom de M. Pierre Piccinelli quelques notes sur le *Schiste micacé de la vallée de Binnen* (*Valais*).

Ce schiste, de couleur généralement foncée est à grains fins, et constitué par deux micas, l'un noir, l'autre blanc, qui se présentent en général en petites feuilles, de contours peu réguliers, quelquefois hexagonales, mais ce cas se présente rarement. Le mica noir est un mica à base de fer et magnésie; le blanc est surtout alcalin. La répartition du mica dans le schiste est variable; il est cependant assez abondant, puisque on le trouve dans la proportion d'un tiers environ. Ce schiste est fréquemment altéré, soit à la surface, soit à l'intérieur et on y rencontre souvent, dans ses anfractuosités, des minéraux cristallisés, comme le rutile, l'anatase, le fer oligiste, etc. La densité de ce schiste, prise par la balance hydrostatique, a donné :

1. $D=2,65$
2. $D=2,70$

Par la méthode du flacon, on a obtenu les chiffres suivants :

1. $D=2,79$
3. $D=2,80$

Ces résultats, comme l'on voit, sont assez semblables.

L'analyse a fourni les résultats ci-dessous :

$$
\begin{aligned}
S_1O_2 &= 70,62 \\
Fe_2O_3 &= 7,05 \\
Al_2O_3 &= 15,17 \\
CaO &= 1,16 \\
MgO &= 0,73 \\
Na_2O &= 0,81 \\
K_2O &= 2,22 \\
H_2O &= \underline{1,11} \\
 & 98,87
\end{aligned}
$$

D'autres analyses ont donné les quantités de silice suivantes :

1. $S_1O_2 = 70,63$
2. $S_1O_2 = 69,99$
3. $S_1O_2 = 69,85$

ce qui démontre que la présence du quartz dans le schiste est assez constante.

M. le prof. J.-L. Soret décrit *quelques nouvelles observations relatives à l'influence que la réflexion des rayons solaires, par une surface d'eau, exerce sur la polarisation atmosphérique*[1].

A Ouchy, le 19 février, à 10 h. 35, le lac étant très légèrement agité, la limite des bandes de polarisation s'approchait :

à 6 degrés du ☉ au-dessous de lui (polarisation dans un plan vertical);

à 11 degrés du ☉, à droite et à gauche (polarisation dans un plan horizontal);

à 14 degrés du ☉, au-dessus de lui (polarisation dans un plan vertical).

A 10 h. 50, le lac étant devenu beaucoup plus calme, on a trouvé pour ces limites : 7, 11 et 12 degrés.

Ces résultats confirment le fait déjà reconnu par M. Soret que la polarisation dans un plan vertical tend à augmenter dans le voisinage du Soleil par l'effet de la réflexion.

Une surface de glace paraît exercer la même influence; c'est ce que l'on peut conclure d'une mesure faite, dans d'assez mauvaises conditions, malheureusement, au-dessus d'un marais gelé (Palanterie, 20 décembre 1888), par une hauteur du ☉ de 13 à 14 degrés. Les limites des bandes étaient de 10 degrés au-dessous du ☉, et de 21 à 22 degrés à droite et à gauche. Le même jour, dans les champs, à quelques centaines de mètres du marais, on n'observait pas de polarisation sensible au-dessous du Soleil, et latéralement les bandes de polarisation dans un plan horizontal, s'approchaient très près du Soleil.

[1] Voyez séance du 15 novembre 1888 (*Archives*, déc. 1888, t. XX, p. 589).

M. le Dr Chodat communique une étude qu'il a faite récemment sur les *fleurs des saules.*

Les deux carpelles de nos saules diandres se transforment souvent en feuilles anthérifères. Ceci se fait souvent des deux manières suivantes. Chez les unes le style et les stigmates disparaissent et l'ovaire est ouvert au sommet. Les carpelles ont alors leur marge libre transformée en tissu pollinifère. Chez les autres, l'ovaire tout en conservant son style et ses stigmates porte deux loges polliniques, une de chaque côté sur le flanc des carpelles. Dans ce second cas, le style et les stigmates peuvent s'atrophier et le gynophore devient alors un filament d'étamine. Cette dernière enfin se dédouble suivant la commissure des carpelles et le gynophore porte alors deux étamines. Comme la position des deux étamines dans les saules diandres est la même que celle des carpelles, les deux éléments se superposent dans le diagramme. Ils sont donc de même valeur morphologique. Si on rapproche de ces observations le fait que les saules anciens (tertiaires) étaient polyandres on sera amené à penser que nos saules actuels (diandres) dérivent d'individus femelles (polyandres), chez lesquels les uns ont persisté avec leurs carpelles, les autres les ont transformés en deux étamines. La superposition pourrait ainsi s'expliquer.

Le Dr D'Espine fait hommage à la Société des deux brochures suivantes :

1. *La pneumonie rudimentaire chez les enfants* par le Dr Urdariano, thèse de doctorat de Genève 1888; thèse qui démontre la réalité dans l'enfance d'une forme spéciale de pneumonie décrite par le prof. D'Espine dans un travail présenté au Congrès de Washington en 1887 (*Revue de médecine*, Paris, 1888, p. 97). Il s'agit d'une forme de fluxion de poitrine présentant plutôt les allures d'une fièvre, que d'une affection pulmonaire, maladie fréquente chez les jeunes enfants, souvent méconnue et prise pour une maladie nerveuse, (éclampsie) à cause des convulsions qui signalent parfois son début, pour une fièvre de dentition ou de croissance. La présence dans l'expectoration des microbes caractéristiques de

la pneumonie a permis à M. D'Espine de démontrer la véritable nature de cette fièvre et de la caractériser sous le nom de pneumonie rudimentaire. Une planche montrant la présence du *pneumococcus* de *Frænkel* dans les crachats, accompagne la thèse de M. Urdariano.

2. *Le traitement local de la diphtérie par l'acide salicylique*, par le Dr D'Espine (tirage à part d'un article paru dans la *Revue médicale de la Suisse romande*, le 20 janvier 1889), résume des expériences cliniques heureuses sur le traitement de l'angine diphtéritique par les irrigations dans la gorge d'une solution d'acide salicylique de 1 $^1/_2$ à 2 $^0/_{00}$. Cette brochure relate également des recherches bactériologiques faites par MM. D'Espine et de Marignac sur l'action de certains antiseptiques sur le bacille de Löffler. Ces recherches ont démontré que le bacille de Löffler est détruit au bout de cinq minutes dans une solution de sublimé ($^1/_{8000}$), d'acide phénique ($^1/_{200}$) et d'acide salicylique ($^1/_{2000}$); qu'il n'est pas détruit au contraire dans les mêmes conditions dans une solution d'acide borique ($^4/_{100}$), de benzoate de soude (5 et $^{10}/_{100}$), de chlorate de potasse ($^5/_{100}$), etc.

Cette brochure rappelle les premières communications du Dr D'Espine sur le bacille de Löffler, qui ont paru dans la *Revue médicale de la Suisse romande* en 1886 et en 1887. Ces recherches tendent à confirmer la découverte de Löffler (1884) et à faire reconnaître le bacille qu'il a décrit, comme l'agent pathogène de la diphtérie.

M. W. Marcet envoie de Londres la communication suivante de M. James Wimhurst, *sur une expérience tendant à démontrer la durée de la décharge électrique*.

La durée d'une décharge électrique et certains caractères particuliers des éclairs qu'on retrouve dans leur photographie ont attiré l'attention des physiciens et provoqué la discussion. Dans le but d'ajouter à nos connaissances sur ce sujet, il m'a paru que ce serait très à désirer d'obtenir des photographies d'étincelles électriques sur une plaque sensibilisée soumise à un mouvement rapide.

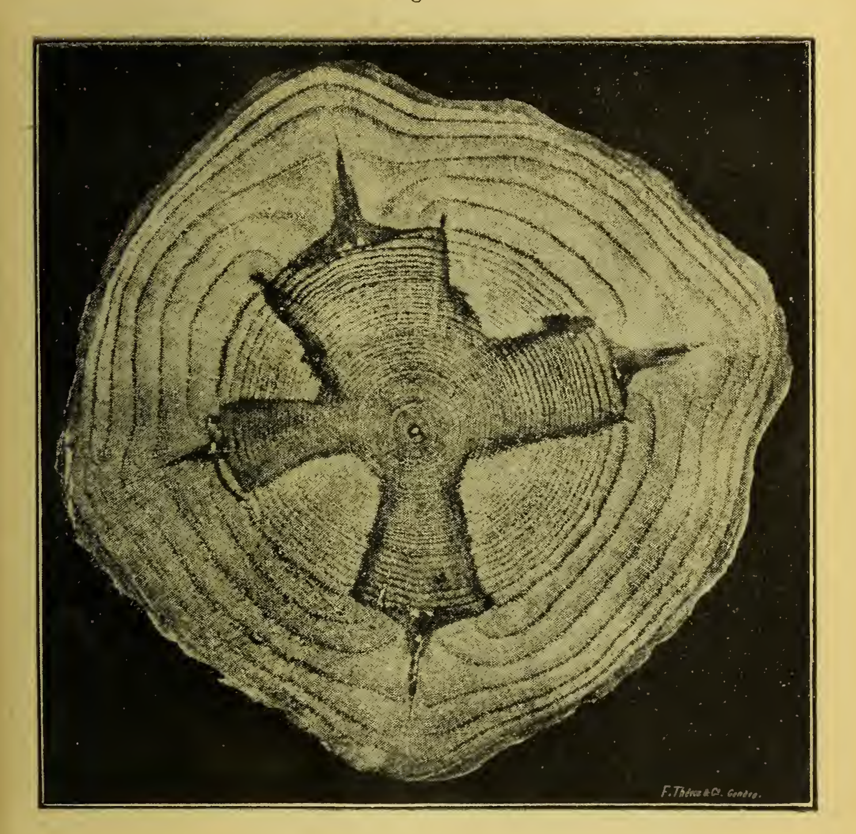
Pour faire cette expérience, j'ai construit un châssis que

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Fig. 1.



Fig. 2.



LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

je place dans l'intérieur de la chambre obscure, et dans ce châssis se trouve un fort mouvement d'horlogerie disposé de telle manière que l'on puisse le remonter depuis l'extérieur. Cet arrangement permet de donner au ressort son maximum de tension au moment de l'exposition de l'étincelle. Le mouvement d'horlogerie porte une plaque munie de quatre crochets au moyen desquels on fixe en place la plaque photographique.

Plusieurs photographies d'étincelles électriques ont été faites pendant que la plaque subissait une rotation de près de quatre mille tours à la minute; ces photographies n'ont jamais indiqué aucun mouvement de la plaque, au contraire, les images sont toutes définies aussi nettement que si la plaque eût été en repos.

La longueur des étincelles électriques reproduites sur la plaque étaient d'environ vingt centimètres et les bouteilles de Leyde en usage jaugeaient environ un litre (quart size). Je me propose de continuer ces recherches d'abord en ajoutant considérablement à la vitesse de rotation de la plaque, puis en augmentant la résistance électro-magnétique du circuit et finalement en multipliant le nombre des bouteilles de Leyde et en leur donnant de plus grandes dimensions.

Je joins à cette note une photographie de quatre étincelles successives faites dans les conditions énoncées ci-dessus. (Voir Planche VII, fig. 1.)

M. Ed. SARASIN rend compte du récent mémoire de M. Aug. KUNDT, professeur à Berlin, membre honoraire de la Société, *sur le changement de la vitesse de la lumière dans les métaux avec la température*[1].

M. Ed. SARASIN, montre ensuite des *tracés limnographiques* particulièrement intéressants obtenus au limnimètre enregistreur de Thonon à la suite de l'orage du 2 octobre dernier et qu'a bien voulu lui communiquer M. l'ingénieur DELEBECQUE.

[1] *Archives des sciences phys. et nat.*. 1889, tome XXI, p. 247.

Séance du 21 mars.

Président. Mort de Charles Martens. — A. de Candolle. Carrière scientifique de Ch. Martens. — Schiff. Travail de M. Hillel Jofé sur l'action polaire des courants électriques. — R. Chodat. Chroolepus observés sur les arbres des bords de l'Arve.

M. le Président annonce à la Société la perte qu'elle vient de faire en la personne de *Charles Martens*, un de ses membres honoraires.

M. le prof. DE CANDOLLE esquisse en quelques mots la carrière de ce savant éminent.

M. de Candolle rappelle que M. Martins était un élève de notre ancienne académie. Il suivait les cours de sciences en 1824 et 1825. Les leçons d'Augustin Pyramus de Candolle le captivaient particulièrement. Elles ont contribué beaucoup à le diriger vers la carrière scientifique. Martins a cultivé la botanique, la zoologie, la géologie et la météorologie. La variété de ses connaissances et son talent d'observation le rendaient propre à faire des voyages utiles aux sciences, et il l'a bien prouvé en visitant la Syrie, l'Algérie et la Scandinavie, pays sur lesquels il a publié des récits intéressants. Son volume intitulé : *Du Spitzberg au Sahara*, qui date de 1866, a eu beaucoup de succès. M. Martins est revenu souvent sur la comparaison des végétations du nord et du midi, des plaines et des montagnes. Ses *Expériences sur la vitalité des graines flottant à la surface de la mer* (Montpellier, 1858) sont précises et originales, de même que ses *Observations sur l'origine glaciaire des tourbières du Jura neuchâtelois* (1871). En général, cependant, ses articles de journaux tendaient surtout à répandre les idées scientifiques nouvelles, et, par exemple, il a été le premier à faire connaître en France les opinions de Darwin, dont il était un des zélés partisans, de même que jadis, dans sa jeunesse, il avait traduit et commenté l'ouvrage de Gœthe sur la *Métamorphose des plantes*.

Après quelques années de séjour à Paris, Martins fut nommé professeur d'histoire naturelle à Montpellier et directeur du jardin botanique de cette ville, ce qui l'entraîna dans des publications d'horticulture et de météorologie agricole. Il visitait souvent la Suisse où il comptait de nombreux amis. On n'a pas oublié ses communications pleines de vie dans la Société helvétique des sciences. Malheureusement il fut atteint, lorsqu'il semblait encore bien portant, d'une attaque de paralysie dont il ne put pas se remettre, quoique sa vie physique se soit prolongée bien plus que sa vie intellectuelle.

M. le prof. Schiff rend compte d'un travail d'un de ses élèves, M. Hillel Jofé, *sur l'action polaire des courants électriques*, qui vient de paraître en une thèse présentée à la Faculté de médecine de Genève.

M. le Dr Chodat fait ensuite la communication suivante :

Il y a quelque temps j'avais remarqué que beaucoup d'arbres, sur les bords de l'Arve, présentaient sur la base de leurs troncs de très grandes taches rouge-sang qui en occupaient presque toute la surface. Les ayant examinés de plus près, je pus me convaincre que cette coloration insolite était due à une algue rouge, un *chroolepus,* qui formait un enduit le plus souvent très épais, de telle sorte que la couleur du bois en était complètement masquée. Les arbres fissurés étaient beaucoup plus rouges que ceux à écorce lisse. Examinées au microscope, ces algues rouges présentent une grande variété de formes. Parmi elles se trouvaient aussi quelques *protococcus* et des spores de Lichen ou de Pyrenomicètes.

Dans leur état le plus simple, ce *chroolepus* forme une cellule arrondie, remplie d'un protoplasma teinté uniformément en rouge dans lequel on remarque des granulations nombreuses et quelquefois des gouttes d'huile épaisse, jaunâtre. La cellule est dans cet état entourée d'une substance hyaline gélifiée qui ne présente pas les réactions de la cellulose et qui résiste fortement aux essais de coloration. La fuchsine ne la colore pas; le vert de méthyle est sans action sur elle. Le protoplasma rouge résiste aussi aux colorants : c'est à peine

s'il absorbe un peu d'hæmatoxyline. Ni les acides, ni les alcalis ne changent sa couleur. L'épaisseur de la zone gélifiée peut devenir très considérable et dépasser celle du protoplasma rouge. Cette cellule peut se multiplier de plusieurs manières différentes. Dans quelques-unes, on voit à un certain moment le protoplasma se diviser en deux comme chez certaines bactéries. L'élément protoplasmique rond s'allonge et devient ellipsoïdal. Dans la région médiane il se fait un étranglement qui, se prononçant de plus en plus, sépare la masse protoplasmique en deux portions juxtaposées qui s'écartent peu à peu par gélification de la couche médiane. Le phénomène se répétant un plus ou moins grand nombre de fois il se forme, si cette division s'est faite dans une seule direction, un chapelet à plusieurs articles (2-10) superposés, si, au contraire, un article se divise de manière à produire l'étranglement, non plus perpendiculairement à la direction principale, mais parallèlement, il produira une ramification. Les ramifications pourront se faire dans différents plans. Les nouvelles cellules sont souvent plus petites que les anciennes. Il y a donc dans un chapelet des éléments inégaux.

Le second mode de reproduction se fait par rénovation totale. Un élément entouré de gélose divise son protoplasma en plusieurs portions (2-5-7-8) qui deviennent libres et entre lesquelles il ne se forme pas de zone médiane gélifiée. Cette division ne me paraît pas se faire par bipartition successive, mais être au contraire simultanée. La cellule mère augmente alors considérablement et forme pour ainsi dire un sporange dans lequel les masses protoplasmiques rouges croissent et forment indépendamment les unes des autres une zone gélifiée à leur pourtour. Ce sont donc des cellules semblables à la cellule mère qui leur a donné naissance. Toute la masse protoplasmique a été employée à la formation de ces cellules filles. On peut s'en assurer par les réactifs.

Dans d'autres cellules enfin, le protoplasma rouge se fissure et se divise en un grand nombre de granulations rouges très petites qui tourbillonnent rapidement dans la cellule mère. Dans ces cellules on voit aussi de gros globules d'huile jaune épaisse. Ces petites masses arrondies, souvent inégales, nagent

vivement dans l'eau. Je ne leur ai point trouvé de cils vibratiles.

J'ai essayé de cultiver ce *chroolepus* dans différents milieux. Sur pomme de terre, au bout de huit jours elles avaient perdu leur coloration rouge. Leur protoplasma était devenu vert clair, presque incolore, ou, dans d'autres cellules, d'un vert intense. Dans cet état, le protoplasma granuleux se laisse facilement colorer par les différents réactifs : Rouge-congo, vert de méthyle simple ou acétique, fuchsine, etc. Certaines cellules présentaient cependant encore quelques granulations rouges. La couche gélifiée avait plutôt augmenté.

Cultivées dans des solutions nutritives minérales (I. KNO_3 II. KNO_3+CaCl_2 III. $KNO_3+Fe_2Cl_6+Ca$) elles sont aussi décolorées, mais elles n'ont pas manifesté de différences sensibles.

Dans d'autres cellules, cultivées simplement sur l'écorce, dans de l'eau de fontaine, on voit les portions chlorophyllées et rouges nettement délimitées. Ordinairement la partie chlorophyllée occupe une partie seulement du pourtour. En coupe optique, elle apparaît alors sous forme d'un croissant, plus transparent que la partie rouge granuleuse ; elle contient souvent aussi des gouttes huileuses rouges de formes diverses. Plus tard on voit le protoplasma vert présenter des fissures et des granulations. Dans quelques cellules enfin, toute la partie chlorophyllée entoure un globule huileux, réfringent rouge, transparent.

On peut artificiellement séparer l'huile d'avec le protoplasma vert. En employant une solution concentrée de chloral, la substance huileuse quitte le plasma auquel elle était intimement mélangée et se rassemble en une ou plusieurs grosses gouttes rouges très réfringentes. Dans quelques cas seulement, la separation n'a pas lieu, c'est dans les cellules d'un rouge foncé opaque. J'attribue ceci à la résinification de l'huile qui, étant beaucoup plus dense, n'est pas si aisément expulsée du protoplosma. Dans les cellules ainsi traitées, on voit réapparaître le protoplasma chlorophyllé. Il s'ensuit que, dans les cellules rouges, la chlorophylle est masquée par un pigment surnuméraire et que, par conséquent, elles peuvent assimiler. Cette faculté d'assimilation a

déjà été démontrée par M. Engelmann au moyen de la méthode bactérienne.

Séance du 4 avril.

Chodat et Chuit. Étude sur l'Agaricus Piperatus. — H. Hertz. Ondulations électriques. — Duparc et Le Royer. Nouvelles observations sur les diaclases produites par torsion.

M. le Dr Chodat présente un travail qu'il a exécuté en collaboration avec M. Chuit sur l'*Agaricus piperatus*[1].

M. Ed. Sarasin rend compte à la Société des belles recherches de M. Hertz, prof. à l'Université de Bonn, précédemment à Carlsruhe, sur les *ondulations électriques*[2] et fait l'exposé de l'importante découverte dont ce savant vient d'enrichir la science en montrant l'analogie remarquable qui existe entre la lumière et l'électricité.

M. Duparc communique la suite des études que M. Le Royer et lui poursuivent sur les *diaclases produites par torsion.*

Ces messieurs ont continué leurs expériences sur les phénomènes de torsion et vérifié certains points nouveaux.

1. *Action de la nature du milieu sur le phénomène.* Les auteurs ont expérimenté d'autres substances que le verre. Ils ont soumis à la torsion des plaques de porcelaine dure et de terre cuite qui leur ont toujours donné le résultat connu, il est vrai que le nombre des cassures était généralement restreint, mais ce fait provenait du peu d'élasticité de la substance. Quant à l'orientation de ces cassures elle obéissait toujours aux lois précédemment mentionnées. Les mêmes expériences répétées sur des plaques de marbre blanc veiné taillées *ad hoc* ont donné un résultat négatif.

Sa cause réside très certainement dans les veines qui sillon-

[1] *Archives des sciences phys. et nat.*, 1889, tome XXI, p. 385.

[2] *Archives des sciences phys. et nat.*, 1889, tome XXI, p. 281.

naient ce marbre, veines qui étaient toutes orientées à peu près parallèlement et présentaient des directions de moindre résistance suivant lesquelles la roche tendait à se laisser séparer. Enfin les auteurs ont expérimenté sur des roches schisteuses naturelles, ardoises et phyllades; le phénomène n'a jamais pu y être produit jusqu'à présent quelle que soit la façon dont avait été imprimée la torsion.

2. *Deux milieux de nature différente superposés par la pesanteur.* Deux plaques de verre d'épaisseur et nature différentes étaient réunies par l'intermédiaire de baume du Canada qui, par son adhérence simulait l'action de la pesanteur. Par la torsion il se développait dans chaque plaque un système individuel de fractures, mais ces deux systèmes étaient très voisins l'un de l'autre et superposables pour quelques fractures. Le phénomène aurait été très certainement plus net si l'adhérence du baume avait été plus forte. Il a fallu renoncer à répéter cette expérience sur deux terres cuites différentes reliées par un émail qui aurait présenté une adhérence beaucoup plus forte, les difficultés techniques d'exécution étant trop considérables.

3. *Influence du relief de la surface.* A cet effet il a été expérimenté tout d'abord sur une plaque de verre épaisse et munie de fortes cannelures; l'axe de torsion leur était parallèle. Rien n'a été changé au réseau de cassures qui était identique aux précédents. Les essais ont porté ensuite sur des plaques de terre cuite de faible surface et sillonnées de reliefs quelquefois très accentués. Les cassures se sont produites comme à l'ordinaire et n'ont été déviées en rien par les inégalités de la surface. Lorsqu'elles rencontraient un obstacle, elles ne le contournaient point, mais passaient directement au travers.

4. *Les deux systèmes de cassures se produisent-ils simultanément?* Pour cela les auteurs ont photographié des plaques au moment même de leur cassure; grâce à un déclanchement électrique qui avait été mis en relation avec un obturateur rapide. Les photographies instantanées et postérieures d'une même plaque n'ont pas jusqu'à présent montré de différences sensibles quant aux cassures. On ne peut en-

core trancher définitivement la question, l'appareil n'étant pas encore assez rapide.

Séance du 18 avril.

J. Brun. Algues diatomacées fossiles du Japon. — L. Soret et Ed. Sarasin. Indice de réfraction de l'eau de mer. — A. de Candolle. Flore de Ste-Hélène. — C. de Candolle. Cicatrisation remarquable d'un tronc de cytise. — F. Plateau. Vision chez les Arthropodes. — Kammermann. Parasélène.

M. le prof. J. Brun communique à la Société les recherches qu'il a faites sur les *algues diatomacées fossiles* de deux calcaires pliocènes japonais.

Une des roches qui les contient avait été envoyée de Sendaï au Museum de Paris. Elle est dure, très résistante au choc, et à cassure conchoïde. Elle est susceptible de prendre un beau poli et de s'user au tour, comme les roches granitiques, en lamelles très minces. M. Brun montre au microscope, des lamelles ayant $^1/_{50}$ de millim. d'épaisseur, montées au baume styrax.

On y voit, déjà à un faible grossissement, un nombre énorme de carapaces siliceuses de Diatomées, mêlées à quelques Radiolaires, Polycistines et Foraminifères. Ce calcaire a été considéré par M. Schlumberger comme remontant à la période pliocène. Il est de couleur chocolat, avec des plaques couleur rouille et d'autres presque noires. Il constitue des cailloux roulés de grosseurs très variables, souvent creux intérieurement et formant des géodes. A la calcination il noircit d'abord, puis blanchit. Chauffé au tube de verre, il dégage une eau alcaline (ammoniacale) et donne un sublimé brunâtre d'odeur bitumineuse. A l'analyse chimique il a donné :

Carbonate de calcium....	76
Silice et silicates........	20
Bitume................	1
Eau..................	2
Matières organiques.....	1
	100

C'est donc un calcaire bitumineux, mêlé d'une argile en poudre très ténue. Les Diatomées y sont fossilifiées *non par de la silice*, mais *par du carbonate de calcium* qui en remplit toutes les valves à l'état cristallin, mêlé de petits cristaux d'oxyde noir de fer. Les énormes pressions que les soulèvements volcaniques de cette région du globe, ont dû lui faire subir, y ont brisé la plupart de ces fragiles organismes siliceux. Cependant en traitant ce calcaire par un acide chlorhydrique très dilué, on peut trier dans le résidu lavé, un bon nombre d'exemplaires en parfait état de conservation.

Dans le courant de l'année 1887, M. le prof. H. Gosse remit à M. Brun une provision de vase marine récoltée dans la rade de Yokohama, par M. le Dr Appert, prof. à l'Université de Yedo. Là se sont trouvés de petits cailloux roulés d'un aspect particulier et que M. Brun a étudiés séparément. Couleur marron, imprégnés de bitume, durs et brillants, riches en argile, ils ont aussi fourni à l'étude microscopique presque toutes les espèces des cailloux de Sendaï, plus un bon nombre d'espèces fossiles non encore décrites.

Ces cailloux ont très probablement été charriés dans la baie de Yedo par les nombreux torrents qui descendent des volcans d'alentour et notamment du Fusijama qui s'élève à quelques lieues de là, à une altitude de 12,400 pieds anglais. En tout cas, leur formation géologique est la même que celle des cailloux roulés de Sendaï et l'aspect des minces lamelles est identique dans le champ visuel du microscope. Cristallisation du calcaire, bitume, argile, oxyde noir de fer; tout s'y retrouve ainsi qu'un très grand nombre d'organismes siliceux.

Les Diatomées ainsi enclavées dans ces deux calcaires sont toutes *marines*. Aucune espèce n'est d'eau douce. Quelques-unes de ces espèces vivent encore dans les mers tropicales actuelles; mais à côté d'elles se montrent des types qui datent évidemment d'une période géologique bien antérieure à la nôtre. Depuis qu'elles ont vécu, la chaleur a baissé dans les flancs de notre vieille planète et beaucoup de ces espèces ne peuvent plus s'y produire.

Ce sont ces formes disparues et maintenant fossiles que M. le prof. Brun a étudiées avec la collaboration de M. Tem-

père, préparateur du Museum de Paris. Il montre un grand nombre de ces types remarquables, soit au microscope, soit sous forme de dessins qu'il se propose de publier.

Il est à remarquer que la plupart de ces espèces pliocènes sont très rares dans ces roches. Il semble que déjà à cette époque, ces types tendaient à disparaître.

Les récoltes pélagiques des mers japonaises et les sondages qu'on y a faits ces dernières années, se sont trouvés très riches en Diatomées. C'est aussi dans cette région, au nord du Japon, que se trouvent les plus grandes profondeurs marines connues. La sonde y a plongé jusqu'à 8500 mètres! La plus formidable ligne de volcans de notre planète (ligne qui part des îles de la Sonde et va jusqu'au Kamschatka) traverse aussi toute la longueur du Japon. De nos jours, c'est encore à cette île, que va se heurter et s'infléchir le plus énorme courant marin d'eau chaude; courant profond et qui traverse deux fois l'océan Pacifique.

Or, sur notre globe, les Diatomées peuvent vivre dans les conditions les plus variées. On en trouve vivant sur les banquises de l'extrême nord, subissant ainsi les plus basses températures de notre atmosphère. Il y en a, inondées de lumière, sur les plus hauts névés de nos Alpes. On en trouve dans les geiser d'Islande, dont les eaux ont 85°. On en trouve enfin dans les plus grandes profondeurs des mers, subissant des pressions énormes au milieu d'une complète obscurité. La richesse en Diatomées du Japon *pliocène* n'a donc rien d'étonnant et vient expliquer le nombre d'espèces nouvelles (120 environ) trouvées par MM. Brun et Tempère.

M. L. Soret communique un travail qu'il vient de faire en collaboration avec M. Ed. Sarasin sur l'*indice de réfraction de l'eau de mer*.

M. le prof. de Candolle présente quelques considérations sur la *Flore de Ste-Hélène* et sur les espèces en train de disparaître dans cette île.

M. C. de Candolle montre la *coupe transversale d'un tronc de cytise*, chez lequel une décortication partielle, pratiquée il

y a plusieurs années, a été suivie d'une cicatrisation totale remarquable par sa régularité. Ce tronc avait été envoyé du Chablais à Genève comme bois de chauffage, et c'est seulement après l'avoir scié pour cet usage que l'on s'est aperçu de la singularité qu'il présentait. En examinant la section transversale figurée de grandeur naturelle (Pl. VII, fig. 2)[1], on y remarque une portion centrale de teinte foncée dessinant une croix dont les quatre branches aboutissent extérieurement à autant de fentes qui se continuent à travers le bois jusque dans la troisième des couches ligneuses formées en dehors de la croix. Les extrémités de celle-ci correspondent manifestement à quatre régions sur lesquelles des lanières longitudinales d'écorce ont été enlevées de manière à mettre à nu le bois sous-jacent. On voit sans peine que les premières couches ligneuses formées depuis cette opération se terminaient latéralement en bourrelets recourbés sur les bords de chaque plaie. Aussi les parois des fentes sont-elles revêtues de minces couches d'écorce facilement reconnaissables sous le microscope, et qui sont restées emprisonnées à l'intérieur du tronc après la cicatrisation résultant de la soudure des bourrelets. En comptant les couches annuelles, on constate que la décortication doit avoir été faite six ans avant le moment où l'arbre a été abattu, et que, dès la quatrième année, la cicatrisation était effectuée sur tout le pourtour du tronc, où a régné dès lors une couche ligneuse continue. Quant à la teinte foncée de la croix intérieure, M. de Candolle pense qu'elle est résultée de l'action prolongée de l'air sur les surfaces dénudées du bois.

M. le Dr Aug. Wartmann présente un résumé des quatrième et cinquième mémoires de notre collègue M. Félix Plateau, professeur à l'Université de Gand, membre honoraire de la Société, *sur la vision chez les Arthropodes*[2].

M. Kammermann signale une observation de parasélène

[1] Photographie reproduite par autotypie.

[2] Voir ci-dessus, p. 412.

qu'il a faite dans la soirée du 17 avril. A 9 h. 50 min. t. m. de Genève, la lune qui se trouvait à 6° environ au-dessus de l'horizon, était voilée en partie par des cirro-strati peu denses; à l'ouest de celle-ci et dans le même plan horizontal se trouvait une mince bande de cirrus, dans laquelle ce phénomène s'est manifesté avec une intensité rare. A 22° de la lune l'on voyait le parasélène avec les couleurs du spectre, le rouge du côté de la lune et le violet à l'extérieur, le jaune étant particulièrement brillant. Comme intensité, le phénomène pouvait être comparé aux plus beaux arcs-en-ciel. Ce qui rendait ce parasélène intéressant, c'était l'absence de tout hâlo par suite du manque de cirri dans tout le reste du ciel. A 10 h. 10 min. le phénomène était encore visible, quoique déjà bien affaibli; à 10 h. 15 min. il avait disparu.

Séance du 2 mai.

V. Fatio. Question de pisciculture.

M. V. Fatio communique à la Société une proposition qu'il vient de présenter à la commission chargée d'élaborer, pour le canton de Genève, un projet de loi de pêche et de règlement d'exécution.

Il s'agit de faire profiter à l'avenir plus directement les pêcheurs du lac des avantages de la pisciculture, dont jusqu'ici les pêcheurs du Rhône et de nos principaux cours d'eau bénéficiaient surtout, en entrant, pour cela, en relations plus directes avec les autorités intéressées de la France et du canton de Vaud.

M. Fatio n'est pas, en principe, partisan de l'introduction dans le lac de diverses espèces étrangères, américaines entre autres, qui ne sont pas préférables aux nôtres et qui, si elles doivent atteindre à de plus grandes dimensions, risquent de ne s'accroître qu'au détriment de nos poissons indigènes les plus estimés. Il voudrait que notre établissement de pisciculture s'occupât, à côté de la culture de la Truite, de la multiplication rationnelle de l'Omble-chevalier (*Salmo Umbla*), qui

donne de bons résultats dans d'autres lacs suisses, et surtout que l'on essayât de mettre le Léman au niveau des autres bassins du pays, quant aux *Corégones,* qui constituent l'un des plus importants éléments de la pêche des lacs; sans aller chercher bien loin des espèces dont nous ne savons pas ce qu'elles donneront dans nos conditions locales.

Le Léman ne compte, en effet, que la Féra et la Gravenche, relativement peu abondante, tandis que plusieurs de nos plus grands lacs des cantons allemands possèdent, avec des espèces voisines de la première, un autre Corégone, le Blaufelchen de Constance (*Cor. Wartmanni*), sous diverses formes, partout, à juste titre, bien plus apprécié que les précédentes pour la délicatesse de sa chair.

Divers essais d'importation de cet excellent poisson (*C. Wartmanni*), pouvant atteindre facilement une ou une demi-livre ont été, il est vrai, faits sans succès en divers lieux; aussi semblable nouvelle tentative en faveur du Léman ne serait-elle point à conseiller si les études de M. Fatio sur les poissons ne l'avaient amené à faire les quelques observations suivantes : *a.* les Corégones à épines branchiales nombreuses et longues (*Wartmanni* et autres) ont la chair plus délicate et généralement plus estimée que ceux (*Féra* et voisins) qui ont des épines branchiales courtes et relativement peu nombreuses; *b.* c'est à leur mode de frai dans les grands fonds, sous de fortes pressions, que la plupart des Corégones les plus savoureux doivent leur incapacité eu égard à la reproduction artificielle; *c.* une variété ou sous-espèce locale du *Wartmanni*, le *Lavaret du lac du Bourget* (non la Bezole du même lac) fait exception à la règle et dépose d'ordinaire ses œufs près des rives, sous très peu d'eau, entre le 15 novembre et le 10 décembre; elle se prête par le fait, plus facilement que toute autre, à la fécondation artificielle et au transport, comme le prouve du reste le succès maintenant constaté d'importations tentées, il y a dix ans environ, dans le lac d'Aiguebellette, non loin du Bourget.

La supériorité de la chair du Lavaret du Bourget, la proximité du lac en question et surtout les allures exceptionnellement favorables de ce poisson en temps de frai, semblent mériter l'attention non seulement des pêcheurs, mais aussi

des consommateurs et des autorités dans un bassin qui, comme le nôtre, est dans un état d'infériorité relative, quant à ses espèces de Corégones.

M. Fatio ne croit pas que l'importation du Lavaret du Bourget dans le Léman rencontrerait de grandes difficultés; et il est convaincu que notre établissement de pisciculture pourrait, avec peu de frais et de peine, rendre ainsi de précieux services, si la loi accordait protection temporaire aux Corégones frayant sur les bords du lac, entre le 15 novembre et le 25 décembre.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

AVRIL 1889

Le 2, neige à 2 h. du soir pendant une demi-heure environ; la neige fond de suite.
3, légère neige jusqu'à 7 h. du matin et depuis 10 h. du soir.
7, rosée le matin, hâlo lunaire à 10 h. du soir.
9, forte rosée le matin; tonnerres au S. de 3 h. 37^m à 4 h. du soir.
12, rosée le matin.
15, forte rosée le matin.
16, forte rosée le matin; forte bise depuis 4 h. du soir.
17, très forte bise jusqu'à 7 h. du soir.
18, forte bise jusqu'à 9 h. du soir.
19, forte bise à 10 h. du matin.
20, rosée le matin.
24, fort vent de 1 h. à 4 h. du soir et depuis 10 h. du soir.
27, forte rosée le matin.
28, très forte rosée le matin.
30, tonnerres à l'O. de 3 h. 27^m à 3 h. 53^m du soir; l'orage passe derrière le Jura. Nouvel orage à l'O. à 4 h. 11^m du soir; il se dirige vers le SE.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à minuit	724,38	Le 1er à 5 h. matin	721,85
10 à 10 h. matin	718,83	9 à 4 h. matin	706,93
15 à 7 h. matin	720,81	11 à 10 h. matin	715,11
20 à 7 h. matin	734,12	16 à 6 h. soir	714,90
23 à midi	725,83	22 à 6 h. soir	723,79
26 à 11 h. soir	728,82	24 à 5 h. soir	719,65
		30 à 3 h. soir	720,57

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Minim. observé au barogr.	Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Fract. de saturation en millièmes Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Nombre d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône Midi.	Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.				+ °	°	cm
1	722,77	— 1,76	721,85	724,17	+ 8,35	+ 1,52	+ 5,0	+11,8	726	+ 8	610	820	0,9	4	SSO. 1	1,00	6,5	—0,8	74,1
2	723,58	— 0,94	722,60	724,38	+ 3,38	— 3,59	+ 0,2	+ 6,0	785	+ 69	660	950	5,0	6	S. 1	1,00	7,0	—0,3	73,0
3	722,49	— 2,02	720,77	724,06	+ 2,49	— 4,61	0,0	+ 7,2	733	+ 19	510	860	0,4	2	SO. 1	1,00	6,5	—0,9	72,3
4	718,18	— 6,32	714,90	723,18	+ 5,43	— 1,81	+ 0,3	+10,0	725	+ 12	500	950	2,1	6	SSO. 1	1,00	6,3	—1,2	74,7
5	714,25	—10,24	713,70	715,13	+ 5,00	— 2,38	+ 2,9	+ 7,7	887	+176	750	950	6,3	22	variable	1,00	6,5	—1,1	74,5
6	713,44	—11,05	712,96	714,84	+ 6,51	— 1,00	+ 2,2	+11,7	754	+ 44	490	980	1,3	4	variable	1,00	6,5	—1,2	75,5
7	712,02	—12,46	710,38	714,64	+ 6,29	— 1,36	+ 1,0	+10,9	700	— 8	480	870	...	...	N. 1	0,40	...	.....	76,0
8	709,55	—14,93	707,79	710,65	+ 8,57	+ 0,78	+ 3,3	+14,5	604	—103	350	840	...	...	N. 1	0,87	7,4	—0,4	75,3
9	709,33	—15,15	706,93	714,83	+ 9,44	+ 1,51	+ 3,9	+16,5	670	— 36	350	910	4,6	4	variable	0,72	7,7	—0,2	75,1
10	717,72	— 6,77	715,16	718,83	+ 7,50	— 0,57	+ 3,8	+12,9	666	— 38	370	890	2,4	3	SSO. 1	0,55	7,5	—0,5	76,0
11	716,68	— 7,81	715,11	718,00	+ 4,46	— 3,75	+ 0,7	+ 8,3	814	+111	650	950	1,1	2	SSO. 1	0,78	7,1	—1,0	74,0
12	717,49	— 7,01	716,33	718,23	+ 8,06	— 0,29	+ 1,8	+14,1	576	—126	310	870	...	...	SSO. 1	0,47	7,0	—1,2	73,8
13	717,17	— 7,34	716,48	718,73	+ 7,96	— 0,53	+ 4,0	+12,7	607	— 94	390	800	0,0	...	S. 1	0,77	7,4	—0,9	74,5
14	719,42	— 5,10	718,83	720,43	+ 7,06	— 1,57	+ 2,9	+11,0	682	— 18	470	890	2,8	2	SO: 1	0,85	...	.....	76,0
15	719,64	— 4,89	718,00	720,81	+ 7,38	— 1,39	+ 1,3	+12,3	618	— 82	330	860	...	...	N. 1	0,13	7,5	—1,0	75,4
16	716,94	— 7,61	714,90	719,21	+ 7,04	— 1,87	+ 3,0	+12,0	613	— 86	510	740	...	...	NNE. 2	0,68	7,5	—1,1	74,0
17	717,43	— 7,13	715,69	720,63	+ 5,57	— 3,48	+ 2,2	+ 8,4	493	—205	340	720	...	...	NNE. 2	0,07	7,5	—1,2	75,5
18	724,77	+ 0,19	721,22	728,26	+ 6,34	— 2,85	+ 1,1	+10,1	505	—192	360	630	...	...	NNE. 2	0,03	7,4	—1,4	74,5
19	731,65	+ 7,05	728,76	733,63	+ 9,89	+ 0,55	+ 4,0	+14,4	531	—166	360	720	...	...	N. 1	0,17	7,5	—1,3	75,1
20	732,80	+ 8,18	731,10	734,12	+11,86	+ 2,38	+ 2,0	+20,0	564	—132	300	840	...	...	SO. 1	0,02	8,5	—1,4	74,0
21	728,85	+ 4,21	726,40	731,26	+14,50	+ 4,88	+ 5,1	+21,2	469	—227	270	710	0,2	...	SSO. 1	0,57	...	.....	76,0
22	725,56	+ 0,89	723,79	727,67	+12,84	+ 3,08	+ 7,9	+17,4	512	—183	370	740	0,0	...	SSO. 1	0,95	9,5	+0,3	78,0
23	725,09	+ 0,40	724,58	725,83	+ 9,66	— 0,25	+ 7,5	+12,7	856	+161	730	960	8,5	15	variable	0,93	9,6	+0,3	77,8
24	721,82	— 2,90	719,65	724,70	+11,75	+ 1,70	+ 6,9	+17,8	614	— 81	240	890	2,1	2	SSO. 2	0,78	8,6	—0,8	79,5
25	721,20	— 3,55	720,21	723,02	+ 7,11	— 3,09	+ 3,8	+12,0	745	+ 50	500	940	7,6	7	variable	0,92	8,5	—1,0	80,2
26	726,63	+ 1,85	723,37	728,82	+ 6,94	— 3,40	+ 3,2	+10,3	721	+ 27	530	950	...	...	N. 1	0,87	7,9	—1,7	80,5
27	727,34	+ 2,53	726,16	728,75	+ 8,68	— 1,80	+ 0,9	+14,7	656	— 38	420	930	...	...	NNE. 1	0,33	8,0	—1,7	81,3
28	724,84	0,00	723,69	726,40	+10,97	+ 0,34	+ 3,3	+17,6	648	— 46	340	920	...	...	N. 1	0,75	...	.....	81,0
29	723,57	— 1,31	722,20	724,55	+12,46	+ 1,69	+ 8,2	+17,1	677	— 17	470	860	0,7	1	NNO. 1	1,00	9,5	—0,4	82,5
30	721,76	— 3,15	720,57	724,97	+10,84	— 0,08	+ 8,8	+14,9	833	+139	750	940	11,8	11	variable	1,00	9,3	—0,7	84,2
Mois	720,80	— 3,97			+ 8,14	— 0,83			666	— 31						0,69	+7,70	—1,08	76,48

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1889.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	716,95	716,45	716,24	716,33	716,09	715,78	716,28	716,54
2e »	721,13	721,19	721,62	721,63	721,37	720,86	721,31	722,10
3e »	725,29	725,02	725,04	724,97	724,29	723,81	724,08	724,82
Mois	721,12	720,89	720,97	720,98	720,58	720,15	720,55	721,15
Température.								
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 5,13	+ 4,12	+ 4,14	+ 7,29	+ 9,01	+ 8,83	+ 6,59	+ 5,26
2e »	+ 4,76	+ 3,97	+ 4,94	+ 8,74	+10,50	+11,47	+ 9,37	+ 6,75
3e »	+ 8,01	+ 7,19	+ 8,89	+11,78	+13,74	+14,12	+11,15	+ 9,70
Mois	+ 5,97	+ 5,09	+ 5,99	+ 9,27	+11,09	+11,47	+ 9,04	+ 7,24
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	778	846	828	664	570	596	723	795
2e »	736	774	734	532	480	402	507	637
3e »	811	837	744	626	505	504	620	738
Mois	775	819	769	607	518	501	617	723

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre
	0	0	0		mm	cm
1re décade	+ 2,26	+ 10,92	+ 6,88	0,85	23,0	74,65
2e »	+ 2,30	+ 12,33	+ 7,49	0,40	3,9	74,68
3e »	+ 5,56	+ 15,57	+ 8,86	0,81	30,9	80,10
Mois	+ 3,37	+ 12,94	+ 7,70	0,69	57,8	76,48

Dans ce mois l'air a été calme 6,7 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,34 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 36°6, O. et son intensité est égale à 12,1 sur 100

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'AVRIL 1889.

Le 1er, brouillard jusqu'à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir; légère neige à 4 h. soir.
2, brouillard jusqu'à 10 h. du matin, puis neige; très forte bise depuis 10 h. matin.
3, très forte bise jusqu'à 4 h. du soir et depuis 10 h. du soir; neige jusqu'à 4 h. du soir, puis brouillard.
4, fort vent de 4 h. à 7 h. du soir; neige depuis 10 h. du soir.
5, neige pendant tout le jour.
6, brouillard à 10 h. du matin et depuis 4 h. du soir; légère neige à 1 h. du soir.
7, brouillard depuis 7 h. du soir.
8, brouillard jusqu'à 10 h. du matin; neige de 4 h. à 7 h. du soir; fort vent depuis 10 h. du soir.
9, neige jusqu'à 7 h. du matin; brouillard à 7 h. du soir.
10, brouillard jusqu'à 10 h. du matin.
11, fort vent de 10 h. du matin à 1 h. du soir; neige de 1 h. à 7 h. du soir.
13, brouillard depuis 4 h. du soir.
14, neige dans la nuit du 13 au 14.
16, neige depuis 4 h. du soir.
17, brouillard pendant tout le jour; forte bise jusqu'à 7 h. du matin.
18, brouillard depuis 10 h. du soir.
19, brouillard jusqu'à 7 h. du matin.
22, brouillard jusqu'à 10 h. du matin; neige depuis 4 h. du soir.
23, neige pendant tout le jour; fort vent depuis 1 h. du soir.
24, fort vent pendant tout le jour; neige jusqu'à 7 h. du matin, à 1 h. du soir et depuis 10 h. du soir; brouillard à 10 h. du matin.
25, forte bise jusqu'à 10 h. du matin; brouillard jusqu'à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir.
26, forte bise pendant tout le jour; brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir.
29, neige depuis 4 h. du soir.
30, neige jusqu'à 1 h. du soir, puis brouillard; fort vent à 10 h. du matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 4 à 2 h. matin	556,00	Le 3 à 9 h. matin	551,60
7 à minuit	551,76	6 à 6 h. matin	550,00
10 à 9 h. soir	555,95	9 à 7 h. matin	547,69
12 à 7 h. soir	555,35	11 à 4 h. soir	552,80
15 à 10 h. soir	557,18	13 à 3 h. soir	553,40
20 à 11 h. matin	570,80	17 à 4 h. matin	550,93
28 à 9 h. soir	563,97	25 à 9 h. matin	555,60
		30 à 8 h. matin	560,25

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum absolu.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
	millim.	millim	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim			
1	558,92	— 1,43	558,56	559,70	— 4,72	+ 0,76	— 8,2	0,0	.....	.....	....	NE. 1	1,00
2	555,67	— 4,73	553,85	558,53	—11,29	— 5,93	—14,4	— 8,0	40	6,5	....	NE. 3	1,00
3	553,57	— 6,89	551,60	555,70	—13,35	— 8,11	—13,6	— 9,4	70	6,7	....	NE. 3	1,00
4	554,13	— 6,39	552,90	556,00	— 7,24	— 2,12	—13,4	— 4,0	.....	.....	....	SO. 1	0,57
5	551,38	— 9,20	550,85	552,77	— 8,12	— 3,13	—10,2	— 5,4	70	3,4	....	SO. 1	1,00
6	550,71	— 9,93	550,00	551,75	— 6,79	— 1,93	—10,5	— 3,0	.....	.....	....	variable	0,98
7	550,91	— 9,80	550,57	551,76	— 7,70	— 2,96	—11,0	— 4,0	.....	.....	....	SO. 1	0,70
8	550,30	—10,48	548,95	551,05	— 6,32	— 1,71	— 8,2	— 3,1	110	12,0	....	SO. 1	0,95
9	549,67	—11,18	547,69	552,90	— 3,97	+ 0,51	— 7,2	+ 0,4	.....	.....	....	SO. 1	0,57
10	554,53	— 6,39	553,00	555,95	— 5,67	— 1,32	—10,2	— 1,5	.....	.....	....	NE. 1	0,48
11	553,96	— 7,03	552,80	555,80	— 7,87	— 3,65	—11,1	— 3,8	100	9,5	....	SO. 1	0,77
12	554,65	— 6,41	553,85	555,35	— 6,42	— 2,33	—11,6	— 0,2	.....	.....	....	NE. 1	0,10
13	553,90	— 7,24	553,40	554,52	— 6,37	— 2,41	—12,0	— 0,4	.....	.....	....	variable	0,58
14	555,24	— 5,98	554,00	556,78	— 7,09	— 3,26	—12,2	— 2,6	30	1,4	....	NE. 1	0,05
15	556,89	— 4,41	556,20	557,18	— 6,20	— 2,51	—11,0	— 0,2	.....	.....	....	NE. 1	0,02
16	554,62	— 6,76	552,12	557,03	— 4,30	— 0,75	— 9,2	+ 2,0	85	7,8	....	NE. 1	0,88
17	552,44	— 9,02	550,93	555,10	— 8,74	— 5,33	—11,8	— 5,2	.....	.....	....	NE. 1	1,00
18	559,03	— 2,51	555,90	562,75	— 8,10	— 4,83	—12,0	— 5,3	.....	.....	....	NE. 1	0,22
19	566,56	+ 4,94	563,05	569,55	— 4,40	— 1,27	— 9,0	0,0	.....	.....	....	NE. 1	0,25
20	569,87	+ 8,16	569,10	570,80	+ 2,58	+ 5,57	— 4,9	+ 7,3	.....	.....	....	NE. 1	0,00
21	567,21	+ 5,41	566,20	569,07	+ 0,61	+ 3,46	— 2,8	+ 5,9	.....	.....	....	SO. 1	0,27
22	564,26	+ 2,37	562,95	566,07	— 2,47	+ 0,24	— 4,7	+ 3,8	130	19,6	....	SO. 2	0,97
23	562,61	+ 0,63	562,07	562,97	— 3,49	— 0,92	— 4,5	0,0	240	39,5	....	SO. 2	1,00
24	560,26	— 1,81	557,80	562,35	— 3,24	— 0,81	— 3,8	— 0,6	120	14,0	....	SO. 2	0,87
25	556,19	— 5,97	555,60	557,25	— 7,07	— 4,78	— 9,4	— 4,4	.....	.....	....	NE. 1	0,85
26	559,55	— 2,70	556,90	562,58	— 8,17	— 6,03	— 9,1	— 6,0	.....	.....	....	NE. 2	0,77
27	563,01	+ 0,67	562,25	563,62	— 3,32	— 1,33	— 8,3	+ 1,0	.....	.....	....	NE. 1	0,05
28	563,09	+ 0,66	562,40	563,97	+ 1,43	+ 3,28	— 4,3	+ 7,0	.....	.....	....	NE. 1	0,12
29	563,39	+ 0,87	562,75	563,85	— 0,95	+ 0,76	— 2,1	+ 3,1	140	18,6	....	SO. 1	0,73
30	561,31	+ 1,31	560,25	563,00	— 2,37	— 0,80	— 3,1	0,0	.....	.....	....	SO. 1	1,00
Mois.	557,59	— 4,04			— 5,37	— 2,10							0,62

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — AVRIL 1889.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	553,52	552,95	552,67	552,67	552,82	552,82	553,15	553,22
2e » ...	557,26	557,02	557,24	557,65	557,92	557,90	558,24	558,49
3e » ...	562,48	561,90	561,93	562,04	562,06	561,99	562,04	562,26
Mois	557,75	557,29	557,28	557,45	557,60	557,57	557,81	557,99

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	— 8,43	— 6,29	— 4,71	— 5,59	— 7,91	— 8,45
2e » ...	— 8,55	— 3,30	— 2,25	— 2,75	— 6,42	— 7,16
3e » ...	— 4,02	— 1,36	— 0,43	— 0,95	— 3,11	— 3,83
Mois	— 7,00	— 3,65	— 2,46	— 3,10	— 5,81	— 6,48

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade...	— 10,69	— 3,80	0,82	28,6	290
2e » ...	— 10,48	— 0,84	0,39	18,7	215
3e » ...	— 5,21	+ 0,98	0,66	91,7	630
Mois	— 8,79	— 1,22	0,62	139,0	1135

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,22 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 12,2 sur 100.

L'EAU DANS LE PAYSAGE

PREMIÈRE PARTIE

PHÉNOMÈNES DE RÉFLEXION

A LA SURFACE DES NAPPES D'EAU

PAR

M. J. PICCARD
Prof. à Bâle.

Avec planche VIII.

Quand on a vécu sur les bords d'un lac et qu'on l'a observé à toutes les heures du jour et de la nuit, par tous les temps et dans toutes les saisons, dans toutes les dispositions d'esprit, on finit par y découvrir une foule de choses qui échappent à l'observateur de passage.

Il existe en Suisse, et ailleurs, des naturalistes, des peintres qui ont presque consacré leur vie à l'étude de *leur* Lac, qui le connaissent dans ses plus intimes détails, au point de vue de sa faune, de sa flore, de ses mouvements hydrauliques, de ses vents, de sa température, de ses effets de lumière, etc. Inutile de les nommer, je ne veux pas empiéter sur leur domaine et m'en tiendrai, pour aujourd'hui, à une seule question, une question de réflexion qui joue un grand rôle dans le paysage lacustre.

1. Quand un lac est violemment agité ou même seulement ridé par le vent, il ne réflète aucune image de ses rives, des montagnes qui le dominent: il renvoie à l'œil une lumière diffuse combinée du bleu foncé propre à l'eau, et de la couleur du ciel qui est azur par le beau temps et gris sombre par l'orage. Cette combinaison est modifiée en jaune, surtout sur les bords, si l'eau est troublée par des matières solides en suspension ou éclairée par un coup de soleil couchant; elle peut l'être en rouge violacé, couleur complémentaire du vert, par les ombres de nuages qui se promènent à la surface.

Quand, par contre, le lac est absolument calme, aussi lisse qu'une glace, il réfléchit des images renversées aussi parfaites que les objets eux-mêmes; à moins cependant qu'elles ne soient déformées par le mirage ou la rotondité de la terre. Ce cas de calme plat qu'on observe souvent sur les lacs alpins protégés du vent, se présente assez rarement sur les lacs de plaine de quelque étendue.

Le plus souvent les lacs réfléchissent d'une manière imparfaite. Cette imperfection au point de vue physique est précisément ce qui donne un charme particulier au paysage lacustre; elle y produit des effets dont le peintre sait tirer grand parti pour rendre le demi-calme de l'eau à certaines saisons ou certaines heures de la journée. Ça devient parfois pour lui un procédé trop facile pour produire une impression de transparence et de limpidité. Un de ces effets fréquent et bien connu, est celui du *double système de raies horizontales et verticales*. Cherchons à nous en rendre compte physiquement.

2. Pour ce qui concerne les bandes horizontales, la chose est excessivement simple; c'est un effet de perspective : toute tache à la surface de l'eau, quelle forme

qu'elle ait en réalité, vue sous un angle de plus en plus faible, est diminuée dans le sens vertical et tend à passer à l'état de bande horizontale. C'est si élémentaire qu'il est inutile d'insister.

Or, sur un lac il y a presque toujours des taches ; les causes en sont nombreuses. Une des plus fréquentes est celle des coups de vent qui viennent rider la surface par places. Dans ces crachées de vent dont le jeu est intéressant à observer d'une station un peu élevée, comme par exemple de Glion sur Montreux ou du Signal de Chexbres, l'eau ne réfléchissant pas directement, mais d'une manière diffuse, elle présente une de ces teintes composées dont nous avons parlé plus haut, à savoir : plus sombre que les parties avoisinantes si celles-ci sont calmes et réfléchissent des objets et un ciel clairs; plus claire au contraire, si celles-ci réfléchissent directement des montagnes boisées. Dans chaque cas particulier, il faut, pour bien juger, tenir compte des conditions spéciales de lieu et de moment. Je ne fais qu'effleurer ce point sur lequel il y aurait beaucoup à dire.

Une autre cause de taches est le sillage des bateaux, soit qu'il paraisse lumineux, scintillant, quand il traverse l'image d'une montagne sombre, soit qu'il paraisse foncé dans la partie du lac qui réfléchit le ciel. Qui ne se souvient d'avoir, par une nuit calme, deviné le passage d'un bateau invisible et silencieux, à la trace qu'il avait laissée au loin sur la surface des eaux ? Mais il peut aussi arriver qu'en passant légèrement sur une nappe d'eau absolument unie, le bateau ne produise qu'une de ces molles ondulations qui ne réfléchit ni une lumière diffuse, ni des images fidèles, mais des images fantastiquement allongées, comme nous les verrons plus loin.

Une troisième cause très fréquente est celle des nuages qui projettent leurs ombres dans la couleur complémentaire à celle de l'entourage : en jaune, rouge ou violet, suivant que le reste de l'eau éclairé directement par le soleil, est bleu, vert ou jaunâtre.

Pour expliquer certaines taches, qu'on appelle sur les bords du Léman des « fontaines », on a aussi admis des différences de température produites par des sources chaudes. Je n'ai pas à m'étendre sur cette hypothèse. Par contre, je n'hésite pas à admettre avec tous ceux qui se sont occupés de la question, que des phénomènes tout à fait analogues aux « fontaines » sont produits par des traînées huileuses à la surface de l'eau. J'ai maintes fois observé, d'un point élevé, ces traces laissées par le passage d'un bateau à vapeur et subsistant des heures après que les vagues du sillage avaient complètement disparu. J'en ai produit moi-même avec du pétrole. On a constaté que dans ces parties du lac, le camphre a perdu son mouvement giratoire. Enfin, les expériences faites en grand, ces dernières années, en pleine mer, ne laissent aucun doute sur le fait que de fort petites quantités d'huile suffisent à modifier considérablement la forme des vagues, spécialement à empêcher la formation des crêtes mousseuses si dangereuses pour la navigation. Du reste, ceci ne touche qu'indirectement à la question qui nous occupe. Il nous suffit d'avoir indiqué quelques-unes des causes auxquelles on doit, à la surface d'un lac, l'existence de taches qui, vues en raccourci, produisent l'effet de bandes horizontales. Passons aux raies verticales.

3. Les lignes verticales sont dues à un phénomène absolument différent, non de perspective mais de réflexion. Ça saute aux yeux de tout observateur. Mais pourquoi

l'image des objets est-elle quelquefois si singulièrement allongée dans le sens vertical ? Je ne sache pas que l'explication mathématique, si simple qu'elle soit, en ait été cherchée ; du moins les physiciens auxquels je me suis adressé, ne me l'ont-il pas donnée. Voici, à mon avis, comment se pose la question.

Les raies verticales ne se montrent jamais dans les parties vivement agitées ou seulement ridées du lac, celles-ci ne réfléchissant à distance que de la lumière diffuse. On ne les observe pas davantage dans les parties absolument calmes, celles-ci rendant exactement la forme des objets. *Elles ne se produisent que là où la surface de l'eau est mollement balancée en différents sens par des vagues peu élevées, larges et arrondies.*

Ces oscillations sont du reste loin d'obéir au hasard, comme on pourrait le croire à première vue. D'un point d'observation un peu élevé, on se convainc qu'elles sont formées le plus souvent par deux ou plusieurs systèmes d'ondulations parfaitement ordonnés qui s'entrecroisent sans se gêner, en formant des quadrilles les plus variés. De fait, on peut donc admettre pour notre discussion que la surface miroitante est composée d'une multitude d'éléments planes oscillant légèrement autour de la position horizontale dans toutes les directions.

Appelons α l'angle maximum que font ces élements avec l'horizon et supposons, pour commencer, le point lumineux A et l'œil de l'observateur A′ à la distance l l'un de l'autre et à la même hauteur h au-dessus de la nappe d'eau (Pl. VIII, fig. XI). L'image du point lumineux, au lieu d'être un point unique en D, sera une surface d'autant plus étendue que α sera plus grand. La courbe qui circonscrit cette surface est le lieu géométrique de tous les

éléments P qui, ayant l'inclinaison limite α, sont encore capables de réfléchir le point A en A'. C'est dire, si PQ est la normale à l'élément de surface P, que cette normale s'appuie nécessairement sur la ligne AA', qu'elle est constamment égale à $\frac{h}{\cos \alpha}$ et qu'elle divise l'angle APA' en deux parties égales. En vertu d'une propriété bien connue de la bissectrice, nous avons donc :

$$\frac{h}{\cos \alpha} = \sqrt{\frac{n \lambda_1^2 + n_1 n^2 - n_1 \lambda^2 - n n_1^2}{n - n_1}}$$

équation dans laquelle on peut remplacer λ λ_1 n et n_1 par leurs valeurs en fonction de deux variables x et y dont les axes se coupent à angle droit dans le plan d'eau, au point de réflexion régulière D

$$\lambda = \frac{nl}{n + n_1} \qquad \lambda^1 = \frac{n_1 l}{n + n_1}$$

$$n = \sqrt{h^2 + \left(\frac{l}{2} + x\right)^2 + y^2}$$

$$n_1 = \sqrt{h^2 + \left(\frac{l}{2} - x\right)^2 + y^2}$$

et obtenir ainsi une équation qui, à côté des variables x et y, ne renferme plus que les constantes l h et α :

$$\frac{h^4}{\cos^4 \alpha} x^2 = \left[h^2 + \left(\frac{l}{2} + x\right)^2 + y^2\right]$$

$$\left[h^2 + \left(\frac{l}{2} - x\right)^2 + y^2\right]$$

$$\left[h^2 \operatorname{tg}^2 \alpha - y^2\right]$$

C'est là l'équation cherchée. Malheureusement cette courbe ovale se trouve être, comme l'on voit, du sixième degré. Pour les calculs numériques il sera préférable, ou bien de lui substituer une ellipse dont elle se rapproche du reste beaucoup, ou bien de se contenter de déterminer les dimensions du grand et du petit axe, c'est-à-dire la longueur et la largeur de la tache lumineuse.

Pour calculer le grand axe, voyons ce qui se passe dans le plan vertical méridien AA'BB' (fig. 1, 1). De tous les rayons lumineux émis du point A dans ce plan vertical, il n'arrivera à l'œil A' que ceux qui viennent frapper l'eau entre les deux limites extrêmes C et C'. En dehors de ces limites il faudrait, en effet, supposer à la vague des inclinaisons supérieures à l'angle α que nous avons admis comme maximum.

Appelons γ l'angle sous lequel la longueur cherchée CC' est vue de l'observateur en A':

$$\gamma + \delta = \alpha + \beta; \ \delta = \varepsilon = \beta - \alpha$$

$$\gamma = \alpha + \beta - (\beta - \alpha)$$

$$\gamma = 2\alpha$$

L'angle sous lequel l'œil perçoit la longueur de la tache lumineuse dans le plan méridien, est donc complètement indépendant de la hauteur h ainsi que de la distance l; *il est en tout cas égal à deux fois l'inclinaison maximum des vagues.*

Quant à la longueur réelle CC' de cette tache, puisque $CC' = 2a = l - 2g$, la question revient à trouver g :

$$\frac{h}{g} = \operatorname{tg}(\beta + \alpha) \qquad \frac{h}{l-g} = \operatorname{tg}(\beta - \alpha)$$

$$\frac{h}{g} = \frac{\operatorname{tg}\beta + \operatorname{tg}\alpha}{1 - \operatorname{tg}\beta \operatorname{tg}\alpha} \qquad \frac{h}{l-g} = \frac{\operatorname{tg}\beta - \operatorname{tg}\alpha}{1 + \operatorname{tg}\beta \operatorname{tg}\alpha}$$

Pour éliminer tg β, tirons-en la valeur de la première de ces équations et substituons-la dans la seconde :

$$\frac{h}{l-g} = \frac{h - 2g \operatorname{tg}\alpha - h \operatorname{tg}^2\alpha}{g + 2h \operatorname{tg}\alpha - g \operatorname{tg}^2\alpha}$$

Utilisant, pour simplifier, les relations connues :

$$\frac{1 - \operatorname{tg}^2\alpha}{2 \operatorname{tg}\alpha} = \frac{1}{\operatorname{tg} 2\alpha} = \operatorname{cotg} 2\alpha$$

et résolvant par rapport à g, on obtient :

$$g = \frac{l}{2} + h \operatorname{cotg} 2\alpha \pm \sqrt{\frac{l^2}{4} + \frac{h^2}{\sin^2 2\alpha}}$$

De ces deux valeurs de g, la première avec le signe positif qui donnerait $g > \frac{l}{2} + \frac{l}{2}$ ne saurait convenir; on a donc pour *la longueur de la tache lumineuse dans le plan méridien :*

$$2a = l - 2g$$

$$2a = 2\left[\sqrt{\frac{l^2}{4} + \frac{h^2}{\sin^2 2\alpha}} - h \operatorname{cotg} 2\alpha\right]$$

5. Passons aux phénomènes qui se produisent dans le sens transversal et considérons le plan vertical FHF′ équidistant entre le point lumineux et l'observateur (fig. 1, 2). Tous les rayons qui tomberont en dehors des points F et F′ seront perdus pour l'œil, parce que, au

delà de ces limites, il faudrait que la vague eût une inclinaison supérieure à α° admis comme maximum :

$$2b = 2h \operatorname{tg} \alpha$$

c'est-à-dire que *la largeur de la tache lumineuse est directement proportionnelle à la hauteur de l'objet et de l'œil au-dessus de l'eau.*

Quant à la parallaxe de b, c'est-à-dire l'*angle visuel* η *sous lequel la demi-largeur de la tache est perçue de* A' (fig. I, 3) :

$$b = d \operatorname{tg} \eta \qquad \operatorname{tg} \eta = \frac{b}{d}$$

$$\operatorname{tg} \eta = \frac{h \operatorname{tg} \alpha}{\sqrt{h^2 + \frac{l^2}{4}}}$$

6. Exemples numériques (fig. II et tableau I du texte). Pour une hauteur infinie du point lumineux et de l'observateur au-dessus de la nappe d'eau, le rapport du grand au petit axe serait égal à l'unité, c'est-à-dire que la tache lumineuse serait un cercle parfait infiniment grand.

Pour $h = 2747^{m},5$; $l = 1000^{m}$; $\alpha = 10^\circ$, la formule donne pour le grand axe 1000^{m}, c'est-à-dire que l'ovale occupe toute la distance l et vient mourir exactement aux pieds de l'observateur.

La hauteur continuant à diminuer, le grand axe diminue encore jusqu'à n'être plus que le tiers environ de la distance l ; en effet, a est un minimum pour

$$h = \frac{l}{2} \cos 2\alpha$$

cas auquel a min. $= \frac{l}{2} \sin 2\,\alpha$. Du reste, ces cas ne se présentent guère dans la réalité.

A partir de ce minimum, le grand axe augmente de nouveau à mesure que l'objet et l'œil s'abaissent, jusqu'à devenir une seconde fois égal à l, lorsque ceux-ci sont arrivés au niveau de l'eau. En ce moment, l'observateur voit de nouveau l'extrémité de l'ovale mourir immédiatement au-dessous de lui [1].

Quant au petit axe de l'ovale, il ne cesse d'aller en diminuant à mesure que A et A′ s'abaissent. L'ovale s'allongeant et s'amincissant tout à la fois, il en résulte qu'il doit finir par se réduire à une bande de plus en plus étroite, puis à un trait. En effet, pour une élévation de 2^{m} et une distance de $10\,000^{m}$, ce qui représente à peu près les conditions d'un observateur au bord du lac à Zurich et considérant une lumière à Horgen, ou la distance d'Ouchy à Évian sur le lac de Genève, le trait lumineux dessiné à la surface de l'eau, et qui a une longueur de 9989^{m}, n'a, dans sa plus grande largeur, que 70 centim. C'est, en vérité, absolument linéaire. Dans les proportions de notre dessin, ce trait ne serait guère visible qu'à l'aide du microscope.

La fig. II de notre planche donne une représentation graphique des sept premiers cas à l'échelle du 2 dix-millièmes. Les valeurs en chiffres sont indiquées dans le tableau I du texte.

[1] Pour les inclinaisons très faibles, c'est-à-dire lorsque h est très petit ou bien l très grand, l'angle δ tendant à devenir nul et l'angle γ à devenir $=2\alpha$, la longueur g pourrait se calculer au moyen de la formule simplifiée $g=h \operatorname{cotg} 2a$.

TABLEAU I

Dimensions des ovales primaires.

	Exemple 1	Ex. 2	Ex. 3	Ex. 4
h	1000 m.	500 m.	250 m.	100 m.
l	1000 m.	1000 m.	1000 m.	1000 m.
α	10°	10°	10°	10°
g	281.2	328.6	301.2	195.5
a	218.8	171.4	198.8	304.5
b	176.3	88.2	44.1	17.6
Grand axe	437.6	342.8	397.6	609.0
Petit axe	352.7	176.3	88.2	35.3
Rapport du grand au petit axe	1.24	1.94	4.51	17.25

	Exemple 5	Ex. 6	Ex. 7	Ex. 8
h	50 m.	10 m.	2 m.	2 m.
l	1000 m.	1000 m.	1000 m.	10 000 m.
α	10°	10°	10°	10°
g	116.5	26.62	5.47	5.5
a	383.5	473.38	494.53	4994.5
b	8.8	1.76	0.35	0.35
Grand axe	767.1	946.76	989.06	9989.0
Petit axe	17.6	3.52	0.70	0.70
Rapport du grand au petit axe :	43.5	269.	1405	14270

7. Nous devons cependant nous empresser d'ajouter que les choses se passent ainsi en réalité à la surface de l'eau; mais que pour l'observateur qui les voit en raccourci, elles doivent prendre un aspect moins exagéré. L'ovale ci-dessus, que nous voulons appeler primaire, se transforme par la perspective en un ovale secondaire dont nous voulons fixer les dimensions.

Au premier abord, on pourrait croire que les deux axes de cet ovale secondaire doivent être dans le rapport

des angles visuels γ et η dont nous avons donné les valeurs plus haut; mais ce n'est pas le cas. Du point A' (ou B'), ce n'est pas en FF' que l'ovale lumineux *paraît* le plus large, mais en LL' (fig. I, 4), c'est-à-dire là où les rayons visuels sont tangents à la courbe. En d'autres termes, le petit axe de l'ovale primaire n'est plus le petit axe de l'ovale en perspective; il est déplacé et, quoique le nouvel axe soit en réalité plus petit que l'ancien, il doit paraître plus grand parce qu'il est plus rapproché.

Avant de poursuivre la discussion, il faut s'entendre sur le mode de projection à adopter. La seule méthode rationnelle serait la projection sphérique; mais elle présente l'inconvénient de ne pas être développable et de ne pas être usuelle en dessin. Pour ces raisons et d'autres, nous préférons projeter l'ovale lumineux sur le plan vertical médian FHF' (fig. I, 1, et I, 4).

L'extrémité C de l'ovale se projette en N; l'extrémité C' en G; il en résulte que la moitié du grand axe la plus éloignée de l'observateur se trouve réduite à la longueur i, tandis que la moitié la plus rapprochée n'est réduite qu'à k.

$$i = \frac{ah}{l - g} \qquad\qquad k = \frac{ah}{g}$$

$$i + k = \textit{grand axe de l'ovale secondaire.}$$

Passons au plan transversal, c'est-à-dire au petit axe. Comme nous l'avons déjà fait observer, l'ovale paraît le plus large là où les rayons visuels, partant de A' (ou B') sont tangents à la courbe (soit en LL'), point dont il faut fixer la position en calculant DM, que nous appellerons x et LM que nous appellerons y (fig. I, 5, à une plus grande échelle que fig. I, 4). Supposons, pour simplifier,

que nous ayons affaire à une ellipse. L'équation de la tangente donne :

$$x = \frac{a^2}{a+g} = \frac{2\,a^2}{l}$$

$$y = \frac{b}{a+g}\sqrt{g^2+2ag} = \frac{2\,b}{l}\sqrt{g^2+2ag}$$

RD étant la projection cherchée de LM sur le plan médian, nous avons :

$$\text{RD} : y = \frac{l}{2} : \left(\frac{l}{2} - x\right)$$

2 RD *petit axe de l'ellipse secondaire est égal à* $2y\,\dfrac{l}{l-2x}$

TABLEAU II

Dimensions des ovales secondaires.

	Exemp. 3	Ex. 4	Ex. 5	Ex. 7	Ex. 8
h	250 m.	100 m.	50 m.	2 m.	2 m.
l	1000 m.	1000 m.	1000 m.	1000 m.	10 000 m.
α	10°	10°	10°	10°	10°
i	71.1	37.9	21.7	1.	1.
k	165.0	155.7	164.7	180.	1816.
Grand axe	236.1	193.6	186.4	181.	1817.
x	79.0	185.4	294.1	489.	4989.
y	40.5	14.0	5.7	0.05	0.0164
Petit axe	96.	44.4	28.0	4.72	15.
Rapport du grand au petit axe :	2.46	4.4	6.6	39	121

8. Exemples numériques. Au moyen de ces formules, nous avons calculé et construit les ovales en perspec-

tive des exemples ci-dessus. Il résulte des chiffres consignés au tableau II et des fig. III, 3, 4, 5, 6, 7 de la planche, que les ovales vus en raccourci et projetés sur le plan vertical médian sont, il est vrai, plus courts et plus larges que les ovales réels; mais que ces figures restent — du moins pour les élévations moyennes et faibles — des ovales allongés dans le sens vertical.

Dans notre huitième cas, par exemple, où nous supposons l'œil à 2^m au-dessus de l'eau, le trait lumineux représentant l'image d'un point situé à $10{,}000^m$ de distance, lui apparaît 121 fois plus long que large. Aux dimensions du dessin en perspective (fig. III), le trait n'aurait qu'un tiers de millimètre en largeur.

Ces résultats du calcul sont entièrement confirmés par l'observation. J'ai fait sur la longueur et la largeur du trait lumineux, sur le point où il commence et celui où il vient mourir, pour différentes distances et élévations, ainsi que pour différentes formes de vagues, un très grand nombre de mesurages. Comme ils ont nécessairement un caractère approximatif, je ne les communique pas ici. Il suffira de dire qu'il existe un accord parfait avec la théorie et que, dans les cas de désaccord apparent, la raison en est toujours facile à trouver. Du reste, qui ne se souvient d'avoir vu le soir les lumières d'un village ou les signaux d'un bateau à vapeur se dessiner sur l'onde noire comme un tranchant de couteau?

D'une manière générale, nous avons donc donné l'explication demandée des raies verticales dans le paysage lacustre. Il reste à examiner quelques cas particuliers.

9. En réalité, les ovales dont nous nous sommes servis pour rendre l'image d'un point sur une surface ondulée, ne peuvent être aussi tranchés et arrêtés que sur le des-

sin, car ils circonscrivent les limites extrêmes entre lesquelles le miroitement peut avoir lieu pour une inclinaison maximum des petits éléments oscillants. De fait, il n'est pas probable que la lumière soit répartie également sur toute la surface de l'ovale, car il faut s'attendre à ce qu'il y ait davantage d'éléments oscillant légèrement autour de 0° que d'éléments atteignant l'inclinaison extrême $\alpha°$. Il en résulte que la tache doit être, en général. plus lumineuse dans le centre que sur les bords et qu'aux extrémités. Le maximum d'intensité doit être autour du point D correspondant à la réflexion régulière. Or, ce point D, qui est le centre de lumière, ne coïncide pas avec le centre géométrique de l'ovale vu en perspective, il apparaît beaucoup plus éloigné de l'observateur (fig. III, 4).

De plus, les réflexions élémentaires dans la moitié éloignée de la tache produisant sur l'œil une impression d'ensemble, la lumière y est fondue; tandis que les réflexions qui se produisent presque aux pieds de l'observateur sur chaque petite vague sont perçues distinctement comme des paillettes scintillantes apparaissant et disparaissant tour à tour. *Pour ces deux raisons, la tache dont le contour est théoriquement un ovale régulier, n'apparaît à l'œil ni symétrique à ses deux extrémités, ni homogène* (fig. III, 4).

10. Il y a encore d'autres exceptions apparentes. Quand la surface réfléchissante n'est pas simplement ondulée, mais rugueuse, elle se comporte comme une surface de neige ou de papier; au lieu de réfléchir dans une direction déterminée, elle apparaît elle-même éclairée dans le voisinage immédiat de la source lumineuse; la tache, circulaire en réalité, est en perspective aplatie dans le sens horizontal. C'est ainsi que le sol est éclairé par un réverbère (fig. VI).

Cet effet de lumière diffuse, quand il est combiné avec celui de la réflexion imparfaite dont nous avons parlé plus haut, prend l'apparence d'une traînée terminée dans le haut par un renflement (fig. VII), sorte de marteau dont la tête, située immédiatement au-dessous de la lumière, reste immobile, tandis que le manche se déplace à droite, à gauche, avec l'observateur et s'allonge si celui-ci se baisse ou s'éloigne, se raccourcit s'il s'élève ou se rapproche. C'est ce qu'on observe généralement sur l'asphalte des trottoirs mouillés par la pluie; par ses irrégularités, l'asphalte se comporte comme une surface rugueuse et, par l'eau qui séjourne dans les creux, comme une surface réfléchissante. L'eau d'un lac, d'un canal ou d'une rivière, peut produire les mêmes effets avec toutes les variations imaginables, suivant l'état de la surface et les conditions locales. Il suffit d'avoir l'attention attirée sur ce genre de phénomènes pour qu'il soit facile de s'en rendre compte dans chaque cas particulier. Vice versa, on peut, d'après l'effet apparent, juger à distance de l'état de la surface réfléchissante.

11. Jusqu'ici, nous n'avons considéré qu'un seul point sur la rive opposée. Supposons-en deux voisins l'un de l'autre, mais encore parfaitement distincts à la vision directe. Par réflexion imparfaite, ils produiront des images qui, en s'élargissant quelque peu et surtout en s'allongeant considérablement, devront empiéter l'une sur l'autre et se recouvrir partiellement comme les tuiles d'un toit (fig. IV). C'est ce phénomène d'imbrication des images, surtout dans le sens vertical, qui est un des plus typiques du paysage lacustre. Impossible de le décrire; la photographie en fournit quelquefois d'excellentes reproductions; c'est comme si l'appareil avait tremblé pendant

l'exposition. Mais pour le rendre dans toute sa beauté et son originalité, il faut la palette d'un peintre habile ou les couleurs de la nature. Pour juger, passez en automne, lorsque les bois ont leurs teintes riches et variées, le long du lac de Bienne, en face de l'île Saint-Pierre; tout le paysage réfléchi est comme un frémissement dans le sens vertical; comme si les couleurs trop liquides avaient coulé sur la toile en se fondant et se mariant pour produire un moiré sans égal.

Mais le phénomène est encore plus compliqué: en y regardant de plus près, on reconnaîtra que les images ne sont pas également allongées. Les objets qui se reflètent sous un angle faible le sont plus finement que ceux qui sont élevés au-dessus de l'horizon; les contours inférieurs d'un nuage sont, dans la partie supérieure de l'image, dentelés comme une scie; les contours supérieurs sont effacés et arrondis (fig. v). Mais nous aurons à revenir sur ce point, car nous avons déjà quelque peu anticipé.

12. Dans tout ce qui précède il a été admis, pour simplifier, que l'œil et le point lumineux se trouvent à la même hauteur au-dessus de la nappe d'eau. Non seulement ceci ne nous renseigne pas sur le cas général où cette condition n'est pas remplie, mais surtout ne nous fournit aucune conclusion pour le cas, de beaucoup le plus intéressant où, d'une même station, on observe à la fois plusieurs points à des hauteurs différentes de la rive opposée.

Nous avons donc à reprendre la question pour $h_1 < h$ ou vice versa, puisque cela revient au même dans quel sens chemine la lumière.

La courbe (fig. XII) renfermant tous les points de réflexion est engendrée par le pied de la bissectrice de

l'angle APA', bissectrice dont le sommet s'appuie constamment sur la ligne inclinée AA' qui relie l'œil à l'objet; bissectrice de longueur variable, mais qui forme avec le plan horizontal l'angle constant $90° - \alpha$. En suivant ces indications, on pourrait construire cette courbe empiriquement; mais il est encore plus facile de le faire de la manière suivante.

Sur la face supérieure d'un coin de bois formant l'angle α, on fixe un miroir recouvert de papier, de façon à ne laisser sur le milieu du bord inférieur qu'une petite fenêtre P d'un à deux millimètres carrés de surface (fig. XII). Puis on promène ce coin sur une grande table absolument plane et horizontale, de façon à ce que l'œil placé en A', derrière un trou d'épingle pratiqué dans un écran, aperçoive dans le petit miroir le reflet d'une lampe suspendue au plafond en A. On fait alors au crayon sur la table un trait le long de l'arête inférieure du coin, ainsi qu'une marque immédiatement au-dessous du miroir en P. On répète cette opération chaque fois qu'en avançant et tournant légèrement le coin, on voit apparaître, comme un éclair, l'image de la lampe dans le miroir. On obtient ainsi, non seulement la suite des points dont se compose la courbe, mais aussi les différentes *traces* du plan α sur le plan horizontal. En faisant varier les positions et hauteurs de A et A', de même que la valeur de α, on peut construire les courbes dans toutes les conditions désirables.

13. L'équation de la courbe étant déjà fort compliquée pour le cas $h = h'$, nous ne la donnerons pas ici pour $h > h_1$, ce qui ne nous empêchera pas de déterminer théoriquement quatre points de la courbe et de nous renseigner ainsi sur sa position, sa longueur et sa largeur.

Dans le plan longitudinal (fig. VIII, 1) :

$$g = \frac{1}{2}\Big[(h + h_1)\,\mathrm{cotg}\,2\alpha + l -$$

$$-\sqrt{l^2 - 2l(h - h_1)\,\mathrm{cotg}\,2\alpha + (h + h_1)^2\,\mathrm{cotg}^2\,2\alpha + 4hh_1}\Big]$$

g_1 a la même valeur à cette différence près que le premier signe — sous la racine, signe renforcé par l'imprimeur, est remplacé par le signe $+$.

$$a = \frac{hl}{h + h_1} - g \qquad a_1 = \frac{h_1 l}{h + h_1} - g_1$$

l représente ici, non point la distance directe entre l'œil et l'objet, mais la projection horizontale de cette longueur.

Nous avons ainsi la position de la tache, sa longueur totale et celle de chacune de ses deux inégales moitiés (inégales par rapport au point D de réflexion régulière).

Avec ces données, il est facile de calculer chacun des angles visuels en A et A′, sous lesquels se présente la tache ainsi que chacune de ses inégales moitiés. Du reste, nous avons les relations suivantes, en appelant i l'angle de réflexion régulière :

$$u = (\alpha + \beta) - i \qquad v_1 = i - (\beta - \alpha)$$
$$u + v_1 = 2\alpha \qquad v + u_1 = 2\alpha$$

donc : l'angle total en A′, sous lequel l'observateur voit le grand axe de la courbe, croît dans la même mesure que l'angle total en A diminue. *Ils se complètent toujours pour former ensemble 4α.*

14. Passons au plan transversal (fig. VIII, 2). Quelque part — nous ne savons pas encore où — la trace du petit plan α doit être parallèle au grand axe. Choisissons

cet endroit pour y élever un plan vertical sur lequel nous projetons les points A et A′ en H et H′. La ligne pz qui était la bissectrice de l'angle ApA′, reste bissectrice de l'angle projeté HpH′; elle fait elle-même avec la verticale l'angle α. L'angle pHp_1 décroissant dans la même mesure que l'angle pH′p_1 augmente, *la somme de ces deux angles est constamment égale à* 4α.

Utilisant ce fait, nous pouvons calculer la largeur de la tache en pp_1; en effet, les deux triangles rectangles pqH et pqH′ ont le côté pq (que nous appellerons b) commun. Connaissant la somme $s+s_1$ des deux angles opposés à ce côté commun, on a en doublant celui-ci :

$$2b = \frac{-h - h_1 + \sqrt{h^2 + h_1^2 + 2hh_1(1 + 2\,\mathrm{tg}^2 2\alpha}}{\mathrm{tg}\,2\alpha}$$

Ceci est la *largeur de la tache aux points de parallélisme des traces* α.

Mais où sont les points pp_1 de parallélisme?

La position du plan pHp_1 est fixée par la longueur qz qui est $\dfrac{b}{\mathrm{tg}\,\alpha}$

Or, on trouve ainsi par l'analyse, conformément avec les constructions empiriques décrites plus haut, que les points p et p_1 auxquels se rapportent nos données sur la largeur de la tache, *sont légèrement à gauche du point de réflexion régulière D.*

L'endroit de plus grande largeur de la tache est encore plus à gauche. Nous n'avons aucun moyen facile de le fixer théoriquement, et nous devons nous contenter des constructions empiriques.

Les point t et t_1 où les traces du plan α sur le plan

horizontal sont tangentes à la courbe sont, par contre, *légèrement à droite de D.*

La trace α n'est tangente à la courbe qu'aux quatre points c c_1 t et t_1; partout ailleurs elle est sécante. L'évolution se fait d'une manière excessivement brusque aux points t et t_1.

Avant de continuer l'étude de la tache lumineuse pour les diverses valeurs de h et h_1, il n'est peut-être pas inutile de constater que la lumière n'est pas répartie également sur toute la surface de la tache; le maximum d'intensité doit se trouver autour du point de réflexion régulière D. Or, ce point se déplace à l'intérieur de la tache dans le même sens que celle-ci à la surface de l'eau, c'est-à-dire dans la direction du point le plus bas A′. D'où il résulte le fait intéressant au point de vue pratique : dans le cas, assez fréquent, où la source lumineuse elle-même est masquée à l'observateur par un obstacle quelconque, celui-ci peut, à la seule inspection du reflet sur l'eau, deviner si la lumière est plus ou moins élevée que lui; *dans le premier cas, le noyau lumineux est dirigé de son côté*; *dans le second, c'est l'inverse.* Il doit, cela va sans dire, tenir compte de la perspective, ce que nous n'avons pu faire dans les fig. VIII, 4 et 5.

15. Ceci nous amène à examiner de plus près les dimensions et les proportions de la tache. On pourrait s'attendre à ce qu'une courbe engendrée dans des conditions d'asymétrie aussi évidente dût être, indépendamment du déplacement d'intensité lumineuse, très différente de forme à ses deux extrémités. Chose curieuse, elle conserve entre de très larges limites la *forme d'un ovale presque régulier très voisin de l'ellipse*! dans la supposition toutefois que l'angle i reste constamment plus grand que

2α. C'est un fait qui ressort des constructions empiriques les plus exactes et sur lequel nous n'insisterons pas davantage.

Quand h_1 diminue, la tache devient, en se jetant du côté de A′, en réalité de plus en plus petite ; en apparence de plus en plus grande pour le spectateur, puisque les angles CA′C′ dans le plan longitudinal et $pH'p_1$ dans le plan transversal tendent à devenir tous les deux $4\,\alpha$, valeur qu'ils atteignent quand $h_1 = 0$. En ce moment les points $p\,p_1 q$ D et C′ se trouvent tous réunis en B′ pour n'en faire qu'un seul ; la moitié de droite de la tache a disparu, c'est évident ; mais qu'advient-il du point C ?

Ici se présentent deux cas : 1° ou bien C qui, lui aussi, a suivi le mouvement de concentration à droite, arrive en même temps que les autres en B′, c'est-à-dire que *la tache est réduite à un point mathématique ; ceci arrive quand* $2\alpha < i$; 2° ou bien C s'arrête en route, ne pouvant aller plus loin parce que $2\alpha > i$; *alors la tache subsiste dans sa moitié de gauche, ayant perdu toute celle de droite. Dans ce cas, mais seulement dans ce cas, la tache est absolument pointue à l'une de ses extrémités* (fig. X).

Il n'est peut-être pas inutile de faire observer qu'en cet instant où D atteint B′, la trace α ne passe pas d'un côté de la courbe à l'autre par un moment de parallélisme, mais par une brusque évolution de 180° sur elle-même.

16. Éloignons le point lumineux A, mais tout en conservant l'angle i constant. La tache augmente de grandeur aussi bien en réalité qu'en apparence, mais sans changer beaucoup sa forme extérieure (sa moitié de gauche augmente relativement davantage que celle de droite). Quand le point lumineux est à l'infini (fig. IX, 1), l'angle $u + v = 0$, par conséquent $u_1 = 2\alpha$ et $v_1 = 2\alpha$, c'est-à-dire

que pour l'observateur le point de réflexion régulière, soit le *maximum de lumière apparaît, en perspective, au milieu de la tache.*

Enfin, dans le cas où A est à l'infini et $i = 2\alpha$, on a $\alpha + \beta = i$, d'où $\beta = i - \alpha$; $\beta - \alpha = i - 2\alpha = 0$ et $\operatorname{cotg}(i - 2\alpha) = \infty$. Or, comme dans l'équation

$$a + a_1 + g_1 = h_1 \operatorname{cotg}(i - 2\alpha)$$

ni a_1 ni g_1 ne sont infinis, il faut que a le soit ; en d'autres termes : *la tache lumineuse que produit un astre sur la nappe liquide s'étend jusqu'à l'horizon* (quand i est égal ou plus petit que 2α).

Nous faisons abstraction de la rotondité de la terre qui a donné lieu dernièrement, comme l'on sait, à d'intéressantes observations (Ricco).

17. Arrivons-en finalement au cas, de beaucoup le plus fréquent et le plus intéressant pour le paysagiste, où *d'un point de vue fixe, on observe sur l'autre rive plusieurs points à des hauteurs différentes.* Nous pourrons le traiter en quelques mots, grâce aux résultats acquis.

En effet, il résulte de tout ce qui précède que, pour un angle d'incidence i constant plus grand que 2α, les proportions relatives du grand axe CC′ et du petit axe pp_1 (à défaut de la véritable largeur qui serait, il est vrai, un peu plus considérable, mais qui nous manque), ne sont pas sensiblement modifiées par les différences de hauteur de l'œil et de l'objet ; les parallaxes des deux dimensions de la tache changent de valeur absolue, mais leur rapport reste sensiblement constant pour le même angle d'incidence i. Nous pouvons dire aussi : les *proportions de la tache (non point ses dimensions) sont essentiellement une fonction de l'angle de réflexion régulière.*

Pour le démontrer analytiquement, il faudrait introduire l'angle i sous la forme de $\operatorname{tg} i = \frac{h + h_1}{l}$ dans les formules de $a\ a_1, g\ g_1$ et b ; mais on arrive plus simplement au même résultat par une pure considération :

Comparons pour cela les trois exemples représentés par les figures II, 3, VIII, 3, IX, 3, qui, suivant qu'on suppose les rayons lumineux cheminant de droite à gauche ou vice versa, nous fournissent 5 cas aussi complètement différents que possible sous le rapport des hauteurs de l'œil et de l'objet, ainsi que de leur distance, mais à peu près identiques pour la valeur de i. Il suffit de comparer les figures pour reconnaître que les taches, quoique de dimensions différentes en réalité et en perspective (dans ces 5 cas les angles visuels en A et A′ sont différents) conservent les mêmes proportions relatives de longueur et de largeur (en pp_1 bien entendu).

Nous pouvons donc conclure pour le cas où l'observateur, suffisamment élevé pour que $i > 2\alpha$, considère d'un point de vue fixe, à la fois plusieurs objets situés à des hauteurs différentes de la rive opposée que *plus l'objet est bas, plus son image, absolument et perspectivement petite, est relativement allongée dans le sens vertical. — Pour les objets situés au bord même de l'eau, l'image est réduite à zéro. — Plus l'objet est élevé, plus son image est épatée dans tous les sens, particulièrement dans le sens horizontal.*

Voir la fig. IV qui nous a servi à expliquer le phénomène de recouvrement des images et le moiré du paysage de réflexion. A propos de la fig. V nous avons déjà fait remarquer que le bord inférieur du nuage forme une image plus finement et distinctement dentelée que le bord supérieur dont les détails sont rendus d'une manière plus

effacée. On comprend aussi que, pour les images tombant dans une partie très éloignée de l'œil, celui-ci ne distinguant pas les unes des autres les petites surfaces oscillantes, ces images sont calmes et *fixes*, ce qui augmente l'impression de finesse de la dentelure; tandis que dans le cas où elles se produisent à peu de distance de l'œil sur les flancs de vagues individuellement visibles, elles présentent, outre l'épatement, le caractère intermittent du *scintillement*. C'est ce que le dessinateur a cherché à rendre à droite en bas de la figure V.

Les objets de la rive opposée situés au bord même de l'eau ne devraient engendrer aucune image, puisque l'angle visuel A sous lequel on voit cet objet est zéro. Ceci est pleinement confirmé par l'expérience, lorsque le point de vue est élevé au-dessus de l'eau. Mais lorsque, au contraire, l'observateur choisit un poste moins dominant et que, par suite, l'angle i devient égal à 2α, ou même plus petit, alors se présente le cas de la fig. X que nous avons aussi admis pour les objets de la rive opposée sur la gauche du dessin à la fig. V, à savoir que ces objets réfléchissent une image d'autant plus allongée que l'œil est près de l'eau.

Comme il est très facile d'apprécier l'angle i, *on pourrait juger de la valeur* α, *c'est-à-dire de l'inclinaison maximum des vagues de l'autre côté de l'eau, en cherchant le poste d'où l'on commence à percevoir une image allongée des objets sur le rivage opposé.*

18. Après avoir analysé le double phénomène des bandes horizontales et verticales, il y aurait lieu de résumer et de tirer des conclusions au point de vue pratique du paysagiste; mais cela nous entraînerait à de nombreuses répétitions. Le but de ce travail est moins de donner des règles à suivre, que de fournir aux personnes qui s'in-

téressent à la question les moyens de s'en faire elles-mêmes; c'est surtout de les engager, non seulement à bien observer, mais à se rendre compte, dans chaque cas particulier, de ce qu'elles voient. L'artiste travaillant d'après nature voit juste, mais il ne discute pas toujours en naturaliste; souvent aussi, dans son atelier, complétant de mémoire, il se permet des licences qui deviennent parfois des négligences; il aperçoit dans certains phénomènes des jeux de la nature, des *effets*, qu'il se croit en droit d'interpréter et de rendre à son gré, sans trop s'inquiéter des causes et des lois physiques. L'observation n'aurait cependant rien à perdre en finesse, en variété et en vérité, à être consciente, raisonnée et exacte : l'art et la science ne s'excluent pas réciproquement.

Sur la question de réflexion, il y aurait encore beaucoup à dire, voire même à relever des fautes qui se commettent souvent. Sur le point tout spécial qui nous occupe aujourd'hui, nous ne nous permettons, comme exemple, qu'une seule remarque :

La même bande horizontale produite par une agitation locale de l'eau, ne renvoyant qu'une lumière diffuse correspondant à une moyenne de celles qu'elle reçoit de divers côtés, apparaît claire dans l'image d'une montagne sombre, et sombre dans l'image claire du ciel. *Elle coupe toutes les bandes verticales* produites par une réflexion imparfaite dans les parties relativement calmes du lac; *jamais inversément.*

A propos de réflexion, il ne serait peut-être pas superflu de rappeler à plus d'un artiste que l'image n'est symétrique et semblable à l'objet vu directement que pour un observateur stationnant au niveau même de l'eau ; dès qu'il s'élève, l'image, non seulement se raccourcit, mais

elle se modifie considérablement. De deux objets, le plus éloigné qui se découvre à la vision directe, diminue dans l'image de réflexion à mesure que l'observateur monte, et finit par disparaître recouvert par le premier; on arrive ainsi à se rendre compte de la distance qui les sépare en réalité. Même de nuit, lorsqu'on ne voit que la silhouette noire du paysage et celle de son image, on arrive par leur comparaison inconsciente et sans changer de place, à apprécier les différents plans et l'inclinaison de la rive opposée, ou à deviner la hauteur où l'on se trouve soi-même au-dessus de l'eau.

Enfin, il y aurait lieu à poursuivre la distinction que nous n'avons fait qu'effleurer, entre les images calmes produites à distance et le scintillement distinct, puis le balancement et le clapotage du premier plan. Ni dessin ni peinture ne peuvent rendre le mouvement, encore moins le bruit; mais ils peuvent, jusqu'à un certain point, en procurer l'illusion. Rien ne contribuera mieux à une bonne exécution qu'une étude raisonnée des phénomènes hydrauliques. A ce sujet, nous nous contenterons de rappeler que ces mouvements résultant le plus souvent de deux ou plusieurs systèmes d'ondulations, ils ne sont pas disposés au hasard, mais ordonnés; le clapotis est soumis à des règles; la photographie instantanée en fait foi, et certains peintres habiles ont su en tirer grand parti. Tout ceci nous mènerait trop loin.

L'étude ci-dessus qui forme la première partie d'un travail sur l'*Eau dans le paysage*, a été présentée à la Société des sciences naturelles de Bâle dans sa séance du 8 février 1888. La seconde partie qui traite des cours

et des chutes d'eau et qui a fait l'objet de la séance annuelle de la même Société, le 4 juillet 1888, paraîtra prochainement dans cette Revue.

Dans le cours de cette étude, dont j'assume du reste toute la responsabilité, j'ai eu plus d'une fois le plaisir d'en discuter avec des amis et de mettre leurs connaissances et leur complaisance à contribution. Qu'il me soit permis de remercier ici MM. Ch. R. à Berne, P. P. à Genève, E. H. à Bâle et tout particulièrement mon collègue A. R. à Bâle, qui a eu, entre autres, l'extrême obligeance de revoir tous mes calculs.

SUR

L'INDICE DE RÉFRACTION DE L'EAU DE MER

PAR

MM. J.-L. SORET et Édouard SARASIN [1]

Nous avons déterminé l'indice de réfraction de l'eau de mer par la méthode ordinaire du prisme creux et du goniomètre, en employant la lumière du Soleil.

L'eau sur laquelle nous avons opéré a été prise, par M. H. Fol, dans la Méditerranée, à 4 kilomètres en avant de Nice, dans le courant d'eau bleu foncé et absolument limpide qui vient du large. Elle a été puisée un peu au-dessous de la surface, dans des flacons bouchés à l'émeri. Il n'avait pas plu depuis huit jours, lorsque ces échantillons ont été recueillis; on peut donc estimer qu'ils présentent bien la composition moyenne de l'eau peu profonde de la Méditerranée septentrionale.

[1] M. le prof. H. Fol a récemment demandé à l'un de nous quelle est la valeur de l'indice de réfraction et de la dispersion de l'eau de mer. Nous avons vainement cherché ces données dans diverses publications; nos recherches bibliographiques n'ont cependant pas été poussées assez loin pour que nous puissions affirmer que cette détermination n'ait jamais été faite. Quoi qu'il en soit, pour répondre au désir de M. Fol, nous avons effectué les mesures qui font l'objet de la présente Note.

Le prisme qui nous a servi a été construit par M. Hofmann. Il est formé d'un bloc de verre noir, convenablement taillé et percé de part en part; la cavité intérieure est fermée par des lames de quartz à faces parallèles. Un orifice vertical, fermé par un bouchon de verre, permet l'introduction du liquide ou d'un thermomètre. La correction à appliquer pour l'erreur de parallélisme des lames entre lesquelles le liquide est contenu est très petite, car, lorsque le prisme est vide, la déviation des rayons de lumière n'est que de 25 secondes environ. On a trouvé 60° 1′ 20″ pour la valeur de l'angle réfringent.

Le spectromètre dont nous avons fait usage pour les mesures est un excellent appareil sortant des ateliers de la Société genevoise pour la construction d'instruments de physique; le vernier donne le tiers de minute directement, ou 10″ par estime.

Comme contrôle préliminaire, nous avons fait une ou deux déterminations de l'indice de l'eau distillée (très pure), corps dont la réfrangibilité a été souvent étudiée.

Pour la raie solaire D, à la température de 11°, les mesures prises séparément par chacun de nous ont donné le chiffre identique de 1,33367.

Cette valeur nous paraît concorder avec les mesures généralement admises. En effet, en prenant parmi les meilleures déterminations connues, celles qui se rapprochent le plus de la température de 11°, et en leur appliquant, pour les ramener à cette dernière température, la correction obtenue ou admise par les auteurs mêmes des observations, nous trouvons les chiffres suivants :

EAU DISTILLÉE. — *Raie D.*

	Indice à 11°
Dufet [1], d'après sa table........................	1,33369
Landolt [2] (1,33315 à 17°; coeff. 0,0009)..........	1,33368
V. der Willigen [3] (1,33332 à 16°,58; coeff. 0,0000603)	1,33366
V. der Willigen [4] (1,33356 à 13°,3; coeff. 0,000065).	1,33371
E. Wiedemann [5] (1,33350 à 13°; coeff. 0,00009)...	1,33368
Rühlmann [6], d'après sa table....................	1,33349
Dale et Gladstone [7], d'après leur table...........	1,33267

A l'exception des deux dernières, les mesures que nous venons de citer sont entre elles et avec la nôtre en concordance excellente, si bonne même que l'on ne peut s'empêcher d'y voir une coïncidence un peu fortuite.

Pour la raie *b*, nous avons obtenu tous deux 1,33632 à 11°,2. M. van der Willigen [8] a trouvé 1,33615 à 13°,2 (coeff. 0,000065), soit 1,33628 à 11°,2, chiffre très voisin du nôtre.

Pour la raie F, nos observations présentent peut-être quelque incertitude, parce qu'elles ont été faites par un

[1] *Bulletin de la Société minéralogique de France*, 1885, t. VIII, p. 253.

[2] *Poggend. Annalen*, 1862, t. CXVII, p. 359.

[3] *Id.*, 1864, t. CXXII, p. 191.

[4] *Archives du Musée de Teyler*, 1868, t. I, p. 116 (table D).

[5] *Poggend. Annalen*, 1876, t. CXLVIII, p. 380.

[6] *Id.*, 1867, t. CXXXII, p. 186. — Les valeurs de M. Rühlmann sont très probablement un peu faibles.

[7] *Philos. Transactions for 1858*, p. 889. — On a souvent remarqué que les nombres de MM. Dale et Gladstone sont plus faibles que ceux des autres expérimentateurs.

[8] *Archives du Musée de Teyler*, loc. cit.

temps brumeux. Nous avons trouvé à 11°5 : (Soret) 1,33779 et (Sarasin) 1,33771.

Voici, comme terme de comparaison, les valeurs données par d'autres observateurs :

EAU DISTILLÉE. — *Raie F.*

	Indice à 11°5
Damien[1] d'après sa table	1,33779
V. der Willigen[2] (1,33741 à 16°,58; coeff. 0,0000603)	1,33772
V. der Willigen[3] (1,33772 à 13°,2; coeff. 0,000065).	1,33783
Wüllner[4] (1,33787 à 11°,7; coeff. 0,00009)	1,33789
Landolt[5] (1,33761 à 15°; coeff. 0,00009)	1,33792

L'accord avec nos chiffres n'est pas mauvais, surtout si l'on remarque que, pour la détermination de M. Landolt, la correction de température est appliquée, par extrapolation, au delà des limites des mesures de l'auteur.

Nous allons maintenant rapporter les résultats auxquels nous sommes arrivés avec l'eau de mer ; nous croyons, d'après ce qui précède, qu'ils peuvent être considérés comme exacts à une unité de la 4me décimale, à l'exception de quelques chiffres, marqués d'un point de doute, et correspondant à des cas où le Soleil était voilé de nuages et la lumière défavorable.

[1] *Annales sc. de l'Ecole Normale,* 2me série, 1881, t. X, p. 275.
[2] *Poggend. Annalen,* 1864, t. CXXII, p. 191.
[3] *Archives du Musée de Teyler,* 1868, t. I, p. 116 (table D).
[4] *Poggend. Annalen,* 1868, t. CXXXIII, p. 16b.
[5] *Id.,* 1862, t. CXVII, p. 361.

EAU DE MER

Raies du spectre.	Observateur.	Température.	Indice.
A	Sarasin	10°,2	1,33667 ?
	Soret	11	1,33670
	Sa.	13,1	1,33657
	Sa.	19,5	1,33597
B	Sa.	20	1,33736
C	So.	9	1,33901
	Sa.	9,5	1,33906 ?
	Sa.	20,5	1,33812
D	Sa.	8,6	1,34114
	So.	10	1,34092
	Sa.	10	1,34093
	Sa.	10,6	1,34085
	Sa.	11	1,34088
	So.	11	1,34097 ?
	So.	11,3	1,34080
	Sa.	17,35	1,34037
	So.	17,45	1,34039
	Sa	18,5	1,34034
	So.	19,2	1,34027
	Sa.	20,5	1,34002
F	So.	9	1,34526
	Sa.	9,4	1,34522
	Sa.	11	1,34510
	So.	11	1,34528 ?
	Sa.	19,45	1,34457 ?
	Sa.	20,45	1,34433
h	Sa.	12,4	1,35049
	Sa.	20,2	1,34971
H	Sa.	10	1,35187
	Sa.	12	1,35188
	Sa.	17,6	1,35136
	Sa.	18,9	1,35120
	Sa.	19,8	1,35107

Le tableau suivant donne les valeurs des indices de l'eau de mer à 20° et à 10°, déduits par interpolation des observations précédentes. On y a joint, comme terme de comparaison, les indices de l'eau distillée à 20° d'après M. van der Willigen. La cinquième colonne contient les différences entre l'eau de mer et l'eau distillée à 20°. Enfin les différences des indices de l'eau de mer à 10 et à 20° sont inscrits dans la sixième colonne.

I Raies solaires.	INDICES II Eau distillée à 20°	INDICES III Eau de mer à 20°	INDICES IV Eau de mer à 10°	V Différence III-II	VI Différence IV-III
A	1,32896	1,33593	1,33679	0,00697	0,00086
B	1,33045	1,33736		0,00691	
C	1,33120	1,33816	1,33906	0,00696	0,00090
D	1,33305	1,34011	1,34092	0,00706	0,00081
F	1,33718	1,34437	1,34518	0,00719	0,00081
h	1,34234	1,34973	1,35064	0,00739	0,00091
H	1,34349	1,35105	1,35187	0,00756	0,00082
				Moy.	0,00085

On voit que la différence d'indice de l'eau de mer et de l'eau distillée est assez constante de A à D, mais qu'elle va ensuite en augmentant de D à H.

Quant à l'influence de la température, elle ressort des nombres de la dernière colonne et paraît sensiblement constante de A à H. La différence moyenne entre 10 et 20° est de 0,00085. — Pour l'eau distillée, cette différence est de 0,00061 d'après Jamin et M. Rühlmann, de 0,00072 d'après M. Fouqué et M. Dufet, de 0,00077 d'après MM. Dale et Gladstone et de 0,00085 d'après M. Damien.

NOTE

SUR LE

DOSAGE DE LA CHAUX DANS LES TERRES[1]

PAR

MM. Frédéric REVERDIN et Ch. DE LA HARPE

La chaux renfermée dans le sol y joue, comme on le sait jusqu'ici, un double rôle. Elle sert à modifier les propriétés physiques et chimiques de la terre, en permettant la coagulation de l'argile, en facilitant la nitrification des matières organiques azotées, et fournit en outre un élément indispensable à la nutrition des végétaux.

Dans ces différents rôles, toutes les combinaisons de la chaux n'ont pas la même valeur au point de vue agricole; le carbonate de chaux, par exemple, favorise la nitrification, tandis que le sulfate de chaux est inactif à ce point de vue. L'action des sels de chaux dépend aussi de l'état physique sous lequel ils sont répartis dans le sol; dans les deux cas dont nous venons de parler, plus leur état de division sera grand, plus leur action sera rapide.

Il en résulte que lorsqu'on détermine dans une terre,

[1] *Chemiker-Zeitung*, 1889, p. 726.

comme on le fait généralement jusqu'ici dans les analyses agricoles, la quantité de chaux soluble dans les acides, le poids obtenu n'indique ni la proportion rapidement assimilable de cet élément, ni la partie active du carbonate de chaux. Il était donc fort désirable de chercher une méthode analytique qui tienne compte de ces desiderata.

Pour ce qui concerne la détermination du carbonate de chaux actif, un savant français, M. P. de Mondesir, a imaginé une ingénieuse méthode basée sur l'idée de ne doser dans le carbonate de chaux de la terre que celui qui est en parcelles extrêmement fines ou qui forme la surface des grains de grosseur appréciable; il mesure dans ce but la tension de l'acide carbonique dégagé de la terre sous l'influence de l'acide tartrique[1].

Nous nous sommes proposés, en appliquant la même idée par une autre méthode, de doser toute la chaux immédiatement utile ou assimilable, quelles que fussent ses combinaisons dans la terre, et voici comment nous opérons :

On détermine en premier lieu la quantité de chaux renfermée dans la terre par les méthodes habituelles. Ce résultat connu, on fait digérer la terre au bain-marie pendant quelques heures avec un excès d'une solution titrée dont on note le poids, renfermant, pour une molécule d'oxalate de soude, environ une molécule de carbonate de soude (la solution titrée d'oxalate de soude sera

[1] On pourrait, croyons-nous, remplacer avec avantage, dans le procédé de M. de Mondesir, l'acide tartrique dont l'action n'est pas limitée à la surface seule des grains mais pénètre plus profondément, par l'acide oxalique pour les raisons que l'on trouvera plus loin.

de préférence d'une concentration telle que 200 cc. environ suffisent pour le traitement de 20 gr. de terre); on filtre, on lave la terre et on ajoute au liquide filtré de l'acide chlorhydrique de manière à le rendre franchement acide. Il se dépose dans la plupart des cas un précipité d'acides organiques qu'on sépare par filtration ; on ajoute à la solution de l'acétate de soude, on chauffe à l'ébullition et on précipite au moyen du chlorure de calcium. L'oxalate de calcium qui se dépose est ensuite filtré sur de l'amiante, puis titré en présence d'acide sulfurique au moyen du permanganate de potasse, suivant la méthode habituelle. On peut au besoin se dispenser de précipiter l'oxalate de chaux et opérer directement la titration dans le liquide, mais on risque de commettre une erreur, car il peut, dans ce cas, rester en dissolution une petite quantité d'acides organiques qui réagissent sur le permanganate.

Il va sans dire que l'opération décrite peut être simplifiée en ne filtrant qu'une fraction du liquide provenant du traitement de la terre par l'oxalate, à la condition de tenir compte des poids de la terre et des divers réactifs employés pour cette analyse, des pertes provoquées par l'évaporation, etc.

La quantité d'acide oxalique trouvée par le dosage permet de déterminer par le calcul la proportion de l'acide qui aura été consommé pour la transformation en oxalate (transformation partielle mais proportionnelle à la surface) des sels de chaux renfermés dans la terre. Les nombres trouvés pour différentes terres sont naturellement comparables entre eux; ils sont proportionnels à la surface que présente à l'assimilation directe la totalité des sels de chaux, mais non pas à la quantité absolue.

Le mélange de carbonate et d'oxalate de soude que nous employons transforme en effet en oxalate le carbonate et les sels de chaux en général, tandis que les sels de magnésie restent à l'état de carbonate. En outre, l'acide oxalique ou ses sels ne transforment en oxalate que la surface des grains de carbonate de chaux; lorsqu'on traite, même à chaud, un morceau de carbonate de chaux par une solution d'acide oxalique, on observe que le dégagement d'acide carbonique cesse au bout d'un instant et que la surface seule est attaquée.

La méthode que nous proposons pourrait, croyons-nous, présenter quelque intérêt pour les chimistes qui s'occupent de la question si délicate et si compliquée de l'analyse des terres, mais il ne faut pas se dissimuler que les déterminations de ce genre ne peuvent avoir d'utilité qu'à la condition que les chimistes agricoles emploient des méthodes semblables pour leurs analyses; à cette condition seulement, les résultats trouvés sont comparables et peuvent être utiles au développement de la science agronomique.

Le but de cette note est de provoquer si possible une discussion sur l'important sujet dont M. P. de Mondesir s'est déjà occupé, de manière à établir des méthodes de dosage plus parfaites; le procédé que nous proposons ne remplit certainement pas toutes les conditions voulues, son exécution est peut-être un peu longue et nécessite la pratique des analyses chimiques. Ce n'est donc qu'à titre d'essai sur la matière que nous le présentons aujourd'hui.

LES

FORCES DES OSCILLATIONS ÉLECTRIQUES

DÉTERMINÉES D'APRÈS LA THÉORIE DE MAXWELL

PAR

M. H. HERTZ[1]
Professeur à l'Université de Bonn.

(Traduit de l'allemand.)

Avec la planche IX.

Les résultats de mes recherches sur les oscillations électriques rapides me semblent prouver la supériorité de la théorie de Maxwell. J'avais cherché d'abord l'explication des faits observés dans l'action simultanée des forces électro-statique et électro-dynamique, mais si l'on adopte la théorie de Maxwell, il n'y a pas lieu de faire cette distinction, et j'ai pour objet maintenant de montrer que cette théorie s'accorde avec l'expérience sans introduire la double origine dont je viens de parler.

En outre, il n'est pas sans intérêt d'obtenir une vue plus précise du jeu des forces qui donnent lieu à une oscillation rectiligne.

[1] *Wiedemann's Annalen der Physik und Chemie*, 1889, n° 1. Nous reproduisons le mémoire original où l'on ne rencontrera pas de difficultés de calcul embarrassantes. Cette étude mathématique de l'oscillation électrique est une théorie des phénomènes d'induction découverts par M. Hertz, et complète l'exposé adressé par l'auteur lui-même aux *Archives*, avril 1889, t. XXI, p. 281. (*Réd.*)

Les formules.

Dans ce qui suit, nous avons affaire presque exclusivement avec les forces de l'éther libre. Nous désignons, dans ce milieu, par X, Y, Z, les composantes de la force électrique en un point dont les coordonnées sont $x, y, z,$[1] et par L, M, N, celles de la force magnétique, ces deux forces étant rapportées aux unités de Gauss[2]; t est le temps et A est la réciproque de la vitesse de la lumière. D'après Maxwell, la variation par rapport au temps des forces dépend de leur variation dans le champ par les relations suivantes :

$$(1)\quad \begin{cases} A\dfrac{dL}{dt} = \dfrac{dZ}{dy} - \dfrac{dY}{dz} \\ A\dfrac{dM}{dt} = \dfrac{dX}{dz} - \dfrac{dZ}{dx} \\ A\dfrac{dN}{dt} = \dfrac{dY}{dz} - \dfrac{dX}{dy} \end{cases} \qquad (2)\quad \begin{cases} A\dfrac{dX}{dt} = \dfrac{dM}{dz} - \dfrac{dN}{dy} \\ A\dfrac{dY}{dt} = \dfrac{dN}{dx} - \dfrac{dL}{dz} \\ A\dfrac{dZ}{dt} = \dfrac{dL}{dy} - \dfrac{dM}{dx} \end{cases}$$

Dans l'état initial du champ et pour un instant quelconque, on a :

$$(3)\qquad \frac{dL}{dx} + \frac{dM}{dy} + \frac{dN}{dz} = 0 \qquad \frac{dX}{dx} + \frac{dY}{dy} + \frac{dZ}{dz} = 0$$

Dans une portion quelconque d'espace τ, l'énergie électrique a pour expression $1/8\,\pi . \int (X^2 + Y^2 + Z^2) d\tau$ et

[1] La direction des x positifs étant d'arrière en avant et celle des z de bas en haut, celle des y doit être de gauche à droite

[2] H. v. Helmholtz, *Wied. Ann.*, 17, p. 48, 1882.

Fig. 2.

R_5

R_1 R_1

R_1

$-\frac{1}{2}\lambda$

$-\lambda$

R_5

$-\frac{3}{2}\lambda$

R_6

Fig. 3.

R_2

$-\frac{1}{2}\lambda$

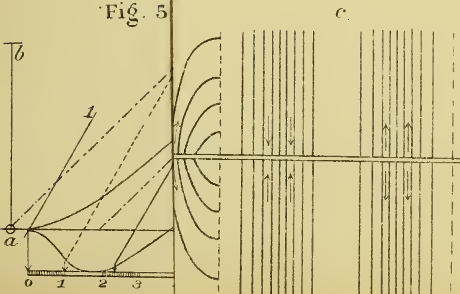
R_2

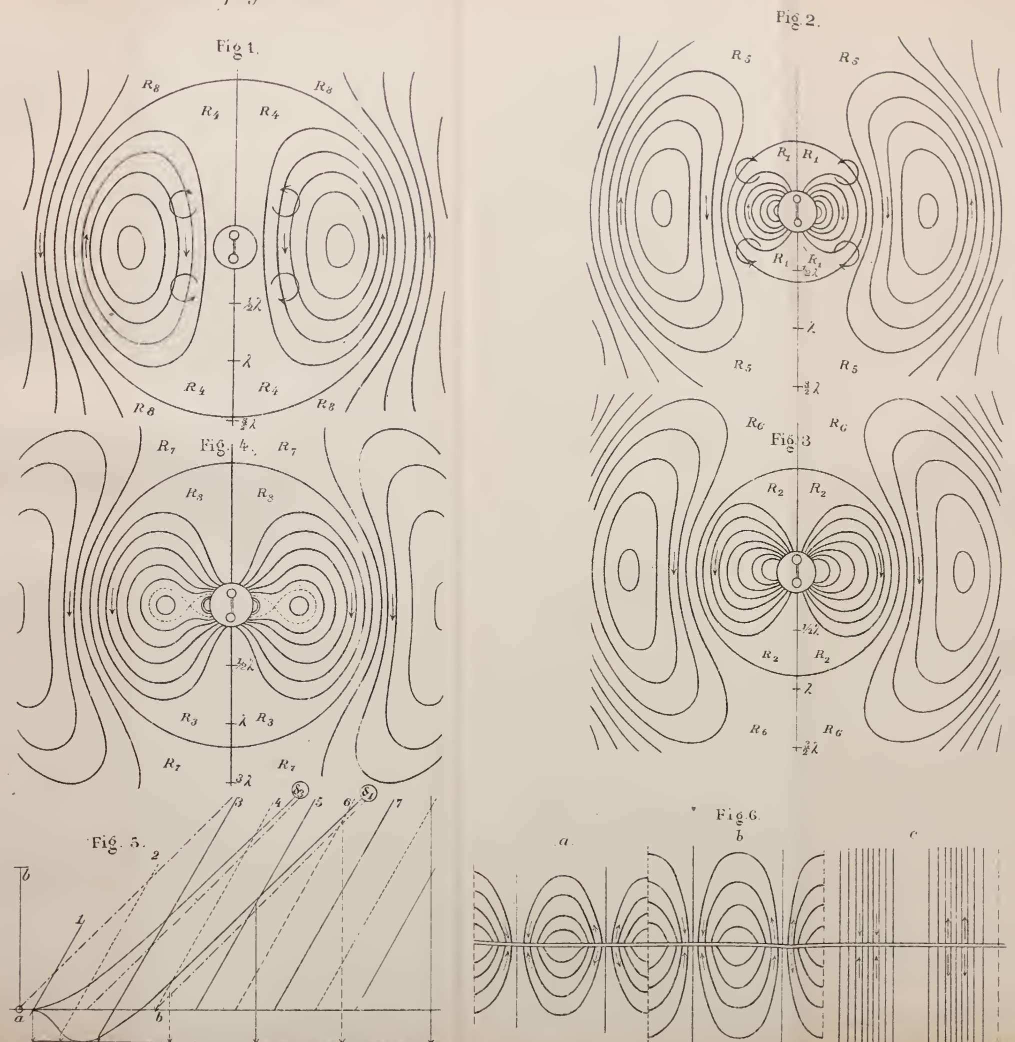
$-\lambda$

R_6

$-\frac{3}{2}\lambda$

Fig. 5




Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
R_1
R_2
R_3
R_4
R_5
R_6
R_7
R_8
$\frac{1}{2}\lambda$
λ
$\frac{3}{2}\lambda$
a
b
c
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

l'énergie magnétique $1/8\,\pi. \int(L^2+M^2+N^2)d\tau$, ces intégrales étant étendues à tout l'espace τ. L'énergie totale est la somme de ces deux quantités.

Ces énoncés sont, en ce qui concerne l'éther, la partie essentielle de la théorie à laquelle Maxwell est parvenu en supprimant les actions à distance, et en donnant à l'éther les propriétés d'un diélectrique susceptible d'un haut degré de polarisation. Ce n'est pas le seul moyen d'y parvenir, mais de quelque déduction que ces équations soient la conséquence, on n'a pu jusqu'ici les appuyer sur des preuves expérimentales. Il semble donc opportun de les admettre comme une hypothèse dont la valeur repose sur le très grand nombre de faits qu'elles expliquent. En s'en tenant à cette manière de voir, on est dispensé d'une série de suppositions accessoires qui rendent plus difficile à saisir la théorie de Maxwell.

En multipliant les équations (1) par L, M, N, et les équations (2) par X, Y, Z, et en intégrant relativement à l'espace τ limité par une surface dont l'élément est $d\omega$, on a

$$\frac{d}{dt}\left\{\frac{1}{8\pi}\int(X^2+Y^2+Z^2)d\tau+\frac{1}{8\pi}\int(L^2+M^2+N^2)\,d\tau\right\}$$

$$=\frac{1}{4\pi A}\int\Big\{(NY-MZ)\cos n,x+(LZ-NX)\cos n,y$$

$$+(MX-LY)\cos n,z\Big\}d\omega.$$

où $n, x, n, y, n, z,$ désignent les angles que la normale à l'élément $d\omega$ fait avec les axes.

Cette équation montre que la variation de l'énergie

totale du volume peut être considérée comme ayant traversé la surface. Le flux au travers de l'élément superficiel est égal au produit des deux forces, électrique et magnétique, multiplié par le sinus de leur angle et par le cosinus de l'angle de la normale à la surface et de la normale au plan des deux forces; le produit est divisé par $4\pi A$. Ce résultat est le point de départ de la remarquable théorie d'après laquelle M. Poynting [1] a, comme on le sait, expliqué la transmission de l'énergie dans le champ électrique.

Nous nous bornons à donner une solution des équations différentielles dans le cas particulier, mais néanmoins d'une grande importance, où la distribution de la force électrique est symétrique par rapport à l'axe des z, et satisfait en chaque point à la condition de se trouver dans le plan méridien et de ne dépendre que de sa distance à l'axe, $\rho = \sqrt{x^2 + y^2}$. On désigne par R la composante suivant ce rayon de révolution, c'est-à-dire l'expression $Xx/\rho + Yy/\rho$, et par P la composante de la force magnétique normale au méridien, c'est-à-dire $Ly/\rho - Mx/\rho$; cela posé, nous énonçons la solution suivante : soit Π une fonction de ρ, z, t, satisfaisant à l'équation

$$A^2 d^2\Pi/dt^2 = \Delta\Pi$$

et faisons $Q = \rho d\Pi/d\rho$, le système

$$\rho Z = dQ/d\rho \qquad \rho P = A dQ/dt$$
$$\rho R = - dQ/dz \qquad N = o$$

est une solution des équations.

Pour le montrer, remarquons que l'on a :

[1] J.-H. Poynting, *Phil. Trans.* 1884, II, p. 343.

$$X = \frac{R\,d\rho}{dx} = -\frac{d^2\Pi}{dxdz} \qquad L = \frac{P\,d\rho}{dy} = \frac{A d^2\Pi}{dydt}$$

$$Y = \frac{R\,d\rho}{dy} = -\frac{d^2\Pi}{dydz} \qquad M = -\frac{P\,d\rho}{dx} = -\frac{A\,d^2\Pi}{dxdt}$$

$$Z = \frac{1}{\rho}\frac{d}{d\rho}\left(\rho\frac{d\Pi}{d\rho}\right) = \frac{d^2\Pi}{dx^2} + \frac{d^2\Pi}{dy^2} \quad N = o$$

Ces valeurs portées dans les équations (1), (2), (3), donnent une identité pour (2) et (3) et satisfont (1) en tenant compte de l'équation différentielle à laquelle Π satisfait[1].

La considération de la fonction Q est d'une importance particulière. En effet, les courbes suivant lesquelles les surfaces de révolution Q=constante coupent le plan méridien sont les lignes de force électrique; leur construction pour un méridien quelconque permet donc de représenter la distribution de la force électrique à un instant donné. Si l'on coupe le volume compris entre deux surfaces successives, Q et $Q+dQ$, par des surfaces de révolution, le produit de l'élément de surface section par la force électrique en ce point est une quantité constante, celle à laquelle Maxwell donne le nom d'induction à travers la section[2]. Si le système de surfaces Q=con-

[1] *Note du traducteur.* L'expression $\Delta\Pi$ désigne, comme on le sait, la somme des dérivées secondes partielles par rapport à x, y, z, le second paramètre différentiel de la fonction Π. L. d. l. R.

[2] *Note du traducteur.* Soit Q=constante la courbe méridienne; le coefficient angulaire de la tangente est égal au rapport pris en signe contraire des dérivées partielles de Q par rapport à ρ et à z, et égal par conséquent au rapport Z/R; la force est donc tangente à la courbe. En faisant varier Q le long de l'élément de normale dn, et en désignant par F la force, on trouve en valeur absolue

stante satisfait, à la condition que l'accroissement dQ garde la même valeur, la constance du flux s'étend à toutes les sections des volumes élémentaires successifs. Dans une figure plane, qui donne l'intersection des surfaces Q par un méridien, ce n'est pas la force, mais le produit de la force par la distance à l'axe, ρ, qui est inversément proportionnel à la distance normale des courbes voisines. La règle générale est que la force est en raison inverse de cette distance normale et de la coordonnée ρ du point considéré. Les coordonnées rectangulaires ρ et z donnent lieu aux coordonnées polaires r et θ, en faisant $\rho = r\sin\theta$, $z = \rho\cos\theta$.

Les forces autour d'une oscillation rectiligne.

On désigne par E une quantité d'électricité, par l une longueur, par $m = \pi/\lambda$ la réciproque d'une longueur, et par $n = \pi/T$ la réciproque d'une durée. On fait

$$\Pi = El\,\frac{\sin(mr - nt)}{r}$$

Cette expression satisfait l'équation $A^2 d^2\Pi/dt^2 = \Delta\Pi$, en faisant $m/n = T/\lambda = A$, et par conséquent λ/T égal à la vitesse de la lumière. Cette expression est valable pour tout point, sauf l'origine.

Afin de faire voir quel est l'état électrique correspondant à l'origine dans le champ électrique qui est exprimé

$dQ = F\rho dn$; l'élément de surface engendré par dn est $2\pi\rho dn$ et en multipliant par F on a le flux d'induction, qui est par conséquent constant avec dQ. On voit aussi qu'en ne considérant que la figure plane, on a $F = dQ/\rho dn$. L. d. l. R.

par Π, nous cherchons ce qui en est dans son voisinage immédiat. Il faut supposer r très petit par rapport à λ, et négliger mr par rapport à nt. Il vient alors $\Pi = El \sin nt/r$. Or, on a :

$$\left(\frac{d^2}{dz^2} + \frac{d^2}{dy^2}\right)\left(\frac{1}{r}\right) = -\frac{d^2}{dz^2}\left(\frac{1}{r}\right)$$

et, par conséquent,

$$X = -d^2\Pi/dxdz \quad Y = -d^2\Pi/dydz \quad Z = -d^2\Pi/dzdz$$

La force dépend donc d'un potentiel

$$\frac{d\Pi}{dz} = El \sin nt \frac{d}{dz}\left(\frac{1}{r}\right)$$

dont les composantes X, Y, Z, sont les dérivées partielles prises en signe contraire. Cette expression pour le potentiel peut être assimilée au potentiel d'un point double dont l'axe est celui des z et dont le moment oscille entre les valeurs $+El$ et $-El$ avec une durée de période T. Les forces sont donc celles qui sont produites par une oscillation rectiligne dont la longueur l est très petite, et aux pôles de laquelle le maximum d'électricité libre est $+E$ et $-E$ [1]. La force magnétique, perpendiculaire à la direction de l'oscillation, a pour valeur dans le voisinage immédiat de l'origine :

[1] *Note du traducteur.* Le potentiel d'un point double, c'est-à-dire de deux masses égales et de signes contraires, infiniment voisines, est en effet $\frac{mlz}{r^3}$. Cette expression suppose que la distance r est très grande par rapport à la distance l des deux masses, remarque sur laquelle l'auteur revient plus loin.

L. d. l. R.

$$P = -AEln \cos nt \sin \theta / r^2$$

Conformément à la loi de Biot et Savart, cette expression est celle de l'action magnétique d'un élément de courant de longueur l suivant l'axe des z, dont l'intensité, mesurée magnétiquement, oscille entre les valeurs $+\pi AE/T$ et $-\pi AE/T$. Et, en effet, le mouvement de la masse E donne lieu à un courant total ayant cette intensité.

La valeur générale de Π donne :

$$Q = Elm \left\{ \cos(mr - nt) - \frac{\sin(mr - nt)}{mr} \right\} \sin^2\theta$$

et de là se déduisent par différentiation les valeurs des forces Z, R, H. Cette valeur générale donne des expressions trop compliquées pour qu'il soit possible d'en conclure immédiatement la disposition des forces. Pour certains cas spéciaux, ces expressions sont relativement simples :

1. Dans le voisinage immédiat de l'origine, cas déjà traité.

2. Sur l'axe des z, c'est-à-dire suivant la direction de l'oscillation, on a $d\rho = rd\theta$, $dz = dr$, $\theta = 0$. On a donc :

$$R = o \qquad P = o$$

$$Z = 2Elm/r^2 \left\{ \cos(mr - nt) - \frac{\sin(mr - nt)}{mr} \right\}$$

La force électrique est toujours dirigée suivant l'oscillation; pour de petites valeurs de r, elle diminue en raison inverse du cube de la distance, et, pour de grandes valeurs, en raison inverse du carré.

3. Dans le plan des xy, on a $z=0$, $dz=-rd\theta$, $d\rho=dr$, $\theta=90°$, et par conséquent :

$$P = AElmn\left\{\sin(mr-nt)+\frac{\cos(mr-nt)}{mr}\right\}$$

$$R = o$$

$$Z = \frac{Elm^2}{r}\left\{-\sin(mr-nt)-\frac{\cos(mr-nt)}{mr}+\frac{\sin(mr-nt)}{m^2r^2}\right\}$$

Ainsi, dans le plan équatorial, la force électrique est parallèle à l'axe d'oscillation; son amplitude est égale à $El/r^3\sqrt{1-m^2r^2+m^4r^4}$. La force diminue avec la distance, d'abord rapidement, et ensuite pour de grandes valeurs en raison inverse de la distance, seulement. Il en résulte qu'à de grandes distances l'action de l'oscillation sera encore perceptible dans le plan équatorial, quand elle ne le sera plus suivant la direction de l'axe.

4. Pour de très grandes distances, nous pouvons ne conserver que la puissance inférieure de $1/r$. On a donc :

$$Q = Elm\cos(mr-nt)\sin^2\theta$$

On en déduit :

$$P = A.\ Elmn\sin(mr-nt)\sin\theta/r$$
$$Z = -Elm^2\sin(mr-nt)\sin^2\theta/r$$
$$R = \quad Elm^2\sin(mr-nt)\sin\theta\cos\theta/r$$

Il résulte de là : $Z\cos\theta+R\sin\theta=0$. Ainsi, pour de grandes distances, la force est partout perpendiculaire à la direction qui joint le point à l'origine. L'intensité de la force est $Elm^2\sin(mr-nt)\sin\theta/r$, et, pour une valeur constante de r, on voit qu'elle augmente proportionnellement à la distance à l'axe.

Pour étudier la distribution de la force dans le reste de l'espace, nous avons recours à la construction graphique de la courbe Q=constante, avec des valeurs successives de Q à différence constante. Étant donnée une valeur de Q, on la décompose en deux facteurs dont l'un, égalé à $\sin^2\theta$, donne une valeur de θ; puis, au moyen d'une courbe auxiliaire, on détermine la valeur de r pour laquelle la fonction de r faisant partie de Q est égale à l'autre facteur. Une autre décomposition de la même valeur de Q donnera un autre point. Sans entrer dans le détail de ce calcul, nous nous servirons de la représentation de la force que procurent ces courbes pour en analyser les modifications. Les figures 1, 2, 3 et 4 (Pl. IX), donnent la distribution de la force pour les temps $t=0$, $\frac{1}{4}$T, $\frac{1}{2}$T, $\frac{3}{4}$T, et, par conséquent aussi, pour tous les temps qui sont un multiple de $\frac{1}{4}$T, pourvu que le sens de la force indiqué par une flèche soit modifié convenablement. La disposition par laquelle, dans nos premières recherches, les oscillations étaient obtenues est figurée au point central, à peu près dans ses vraies proportions. D'autre part, les lignes de force ne sont pas figurées dans le voisinage immédiat de l'appareil; on a vu, en effet, que la formule employée implique une oscillation centrale de longueur infiniment petite, et elle cesse par conséquent d'être d'accord avec la réalité tout près de l'oscillation centrale finie.

La figure (1) correspond à $t=0$; la propagation est à son maximum, mais les pôles de l'oscillation sont sans charge électrique, et les lignes de force qui y aboutissent ne se produisent qu'à partir de cet instant. Elles sont comprises dans la sphère Q=0. Dans la figure (1), cette sphère est infiniment petite, mais son rayon augmente

avec une très grande vitesse et pour $t=\frac{1}{4}T$, elle remplit (fig. 2) l'espace R_1. La distribution des lignes de force dans l'intérieur de la sphère est analogue à celle des pôles chargés statiquement. La vitesse avec laquelle la sphère $Q=0$ s'éloigne de l'origine est supérieure à $1/A$, car cette dernière vitesse ne lui ferait atteindre dans la figure (2) qu'un rayon $\frac{1}{4}\lambda$. Ce phénomène est celui que nous exprimions autrement en disant qu'une force électro-statique à vitesse infinie se superpose à une induction à vitesse $1/A$. Nous nous rapprochons davantage d'une explication du phénomène conforme à notre théorie, en remarquant que l'ondulation qui se propage ne prend pas seulement naissance à l'origine, mais résulte de l'état de tout l'espace environnant, lequel est le siège de l'énergie. Quoiqu'il en soit, la sphère $Q=0$ s'agrandit avec une vitesse qui tend de plus en plus vers $1/A$, et remplit au temps $t=\frac{1}{2}T$ (fig. 3) l'espace R_2. A partir de ce moment, il ne se produit plus de nouvelle ligne de force polaire, et celles qui existent commencent à être ramenées vers le centre oscillant pour disparaître comme lignes de force électrique et transformer leur énergie en énergie magnétique. Il se produit alors une phase caractéristique qui est bien apparente dans la fig. (4). Les lignes qui se sont le plus éloignées de l'origine subissent une flexion latérale et finissent par se résoudre en deux courbes fermées, dont l'une se propage dans l'espace et l'autre rentre dans le conducteur.

Le nombre des lignes de force rentrantes est donc égal à celui des lignes sorties, mais leur énergie est diminuée de celle de la partie scindée. Cette perte correspond au rayonnement dans l'espace. Par suite de cette propagation, le mouvement oscillatoire cesserait bientôt si des

forces étrangères ne le rétablissaient à l'origine. La persistance du mouvement admise implique l'action de ces forces. Dans la fig. 1, à laquelle nous revenons comme représentant le temps $t=T$, en renversant les flèches, les courbes scindées remplissent la sphère R_4 et les courbes polaires ont disparu.

Mais de nouvelles lignes de force font irruption hors des pôles et refoulent les lignes dont nous suivons les modifications dans l'espace R_5, fig. 2. Il est aisé de voir comment ces mêmes lignes se propagent dans l'espace R_6, fig. 3, R_7, fig. 4, R_8, fig. 1, et tendent à constituer une oscillation purement transversale.

Pour un point qui n'appartient ni à l'axe des z ni au plan équatorial, la direction de la force varie à chaque instant. L'extrémité de la droite par laquelle la force est représentée décrit une ellipse durant une oscillation. Pour trouver en quel point cette ellipse devient un cercle, superposons deux figures correspondant à des temps différant de $\frac{T}{2}$, par exemple, les figures 1 et 3. Il faut qu'en ce point les lignes se coupent à angle droit et que les distances normales des courbes soient égales, puisque la force doit rester constante. On trouve, en effet, des régions où ces conditions se réalisent; elles sont indiquées dans les fig. 1 et 2 par des flèches circulaires indiquant le sens de la rotation de la force.

Les observations relatives au système de forces, tel que l'établit la théorie, et qui ont été l'objet d'un précédent travail [1], ne peuvent en vérifier toutes les particularités. Elles confirment cependant la répartition théorique des

[1] Hertz, *Wied. Ann.*, 34, p. 155, 1888.

forces dans ce qu'elle présente d'essentiel. D'après l'observation comme d'après la théorie, la force dans le voisinage de l'oscillation est distribuée d'une manière analogue à une distribution électro-statique; elle se propage surtout dans le plan équatorial, et là, diminue d'abord rapidement, puis lentement, sans devenir nulle pour une distance intermédiaire; la force est de direction constante dans le plan équatorial, sur l'axe et à de grandes distances, tandis que pour les autres positions du point, c'est moins son intensité que sa direction qui est variable. L'accord entre la théorie et l'observation est en défaut seulement sur ce point que, pour de grandes distances la force, d'après la théorie, est normale au rayon passant par l'origine, tandis que l'observation la montre parallèle à l'axe d'oscillation. Pour des points voisins du plan équatorial, la différence n'existe pas. Je suis disposé à croire que l'erreur est du côté de l'observation. Dans mes recherches, l'axe était parallèle aux deux parois principales de l'espace d'expérimentation, et il pouvait en résulter que la composante parallèle à l'axe était renforcée par rapport à la composante normale. J'ai trouvé, en modifiant la disposition de l'oscillation primaire que les résultats s'accordaient avec cette opinion. Ces résultats, sans être décisifs, ont fait constater que, pour de grandes distances et une région de faible intensité, les influences perturbatrices de l'entourage avaient une importance ne permettant pas de conclusion certaine.

Avec l'oscillation, l'énergie oscille elle-même au travers de la surface d'une sphère quelconque entourant l'origine. Mais pour une durée d'oscillation, la quantité d'énergie transmise de dedans au dehors excède celle de dehors au dedans d'une différence qui est la même pour

toutes les sphères successives. Nous pouvons la calculer facilement lorsque la grandeur du rayon permet d'employer la forme simplifiée de Q. Pendant dt, à travers une zone comprise entre θ et $\theta + d\theta$, la quantité d'énergie allant de dedans au dehors est :

$$dt . 2\pi r \sin\theta . r d\theta . 1/4\pi A . (Z \sin\theta - R \cos\theta) P.$$

Remplaçons Z, P, R, par leurs valeurs et intégrons par rapport à θ de o à π et par rapport à t de o à T ; on trouve que l'énergie qui a traversé toute la surface sphérique pendant la demi-oscillation est

$$\frac{1}{3} E^2 l^2 m^3 n T = \pi^4 E^2 l^2 / 3\lambda^3$$

Cherchons à évaluer approximativement cette expression dans les conditions où nous expérimentons. Nous chargeons deux sphères de 15 cm. de rayon d'électricités contraires jusqu'à une distance explosive de 1 cm. environ. Admettant que la différence de potentiel des sphères soit dans ces conditions de 120 g. $\frac{1}{2}$ cm. $\frac{1}{2}$ sec^{-1}, on a pour le potentiel de chacune $\pm$ 60 g.$^{1/2}$ cm.$^{1/2}$ sec^{-1}, et, pour la charge, $E = 15 \times 60 = 900$ g.$^{1/2}$ cm.$^{3/2}$ sec^{-1}. La valeur totale de l'énergie disponible de l'oscillation au moment initial est donc

$$2 \times 1/2 \times 900 \times 60 = 54000 \text{ g. cm.}^2 \text{ sec}^{-2}$$

et répond à l'énergie qu'un poids d'un gramme a acquise après une chute de 55 cm. La longueur l était de 100 cm. et la longueur d'onde de 480 cm. environ. Il en résulte une perte d'énergie pendant une demi-oscillation de 2400 g. cm.^{2} sec^{-2}. On voit qu'après 11 demi-oscillations, la moitié de l'énergie initiale est dépensée en rayonnement.

Une perte d'énergie de 2400 g. cm.^{2} sec^{-2} en 1,5 centmillionième de seconde équivaut à un travail de 22 chevaux. C'est au moins dans cette proportion qu'il faudrait restituer de l'énergie à l'oscillation primaire pour en maintenir l'intensité constante malgré la perte due au rayonnement. Pendant les quelques premières oscillations, l'intensité du rayonnement à une distance de 12 m. du conducteur primaire correspond à l'intensité du rayonnement solaire sur la surface solide de la terre.

Expériences d'interférence.

Afin de mesurer la vitesse de propagation de la force électrique dans le plan équatorial, nous l'avons mise en interférence avec l'action d'une vague électrique se propageant dans un fil avec une vitesse constante. J'avais trouvé que les interférences ne se produisaient pas à des distances égales, mais changeaient plus vite près de l'oscillation qu'à de grandes distances, résultat explicable en supposant la force totale composée de deux parties, l'une électro-dynamique se propageant avec la vitesse de la lumière, l'autre électro-statique, se propageant avec une vitesse beaucoup plus grande. Mais d'après notre théorie la force dans le plan équatorial est

$$Z = Elm^3 \left\{ -\frac{\sin(mr - nt)}{mr} - \frac{\cos(mr - nt)}{m^2r^2} + \frac{\sin(mr - nt)}{m^3r^3} \right\}$$

Et cette expression ne se décompose nullement en deux oscillations simples propagées avec des vitesses différentes. Nous nous proposons de chercher si la théorie conduit néanmoins à une explication du phénomène.

Nous pouvons écrire $Z = B \sin(nt - \delta_1)$, où l'amplitude de la force est $B = El/r^3 \sqrt{1 - m^2r^2 + m^4r^4}$, et la phase δ_1 est déterminée par l'équation

$$\delta_1 = mr - \text{arc tg} \frac{mr}{1 - m^2r^2} .$$

Dans la fig. 5 (Pl. IX), la courbe δ_1 donne la variation de la quantité δ_1 en fonction de mr. La longueur ab, portée sur les abscisses et les ordonnées, répond à la valeur π. Si l'on prend non pas mr mais r pour variable, les longueurs représentent les premières quantités divisées par m et ab devient λ, la demi-longueur d'onde.

Pour pouvoir nous en référer directement aux recherches que nous désirons mettre en évidence, au-dessous de l'axe des abscisses se trouve une division en mètres. La longueur du mètre y est fixée par la mesure obtenue directement, $\lambda = 4{,}8$ m.;[1] l'origine de la division se trouve à une distance de 0,45 m. de l'oscillation et l'échelle coïncide ainsi avec la partie de la ligne axiale où nous avons déterminé les interférences.

La figure fait voir que la phase n'augmente nullement à partir de l'origine; bien plus, sa variation est celle d'une onde se produisant à une distance $\frac{1}{2}\lambda$ dans l'espace et se propageant de là soit vers le conducteur, soit vers le milieu ambiant. A de grandes distances, la phase est plus petite de π qu'elle ne le serait si elle s'était transmise à partir de l'origine avec une vitesse constante; l'onde se comporte donc à de grandes distances comme si elle avait parcouru la première demi-longueur d'onde avec une vitesse infinie.

[1] H. Hertz, *Wied. Ann.*, 34, p. 609, 1888.

L'action ω de l'onde du fil sur un point du conducteur secondaire peut s'exprimer par : $\omega = C \sin(nt - \delta_2)$, où $\delta_2 = m_1 r + \delta = \pi r / \lambda_1 + \delta$. Dans cette expression λ_1 est la demi-longueur d'onde du fil, 2,8 m. dans nos expériences, et δ est la phase de son action au point $r = o$ que nous pouvions changer à volonté en insérant des longueurs de fil. Nous pouvions aussi modifier l'amplitude C et lui donner la grandeur voulue pour que l'action du fil fût à peu près égale à l'action directe. La phase de l'interférence dépend donc seulement de la différence de δ_1 et de δ_2. Pour les positions du cercle secondaire, auquel se rapporte l'action ω, où les deux actions se renforcent, l'interférence a le signe $+$; c'est lorsque $\delta_1 - \delta_2$ est nul ou un multiple de 2π. Lorsque $\delta_1 - \delta_2$ est égal à un multiple de π, les deux actions sont en antagonisme et l'interférence a le signe $-$. Enfin l'interférence a le signe O lorsque $\delta_1 - \delta_2$ est égal à un multiple de $\frac{1}{2}\pi$.

Nous considérons maintenant la phase δ comme déterminée par la valeur de la phase ε de l'interférence à l'origine de l'échelle métrique, de manière que l'on a $\delta_1 = \delta_2 + \varepsilon$ pour ce point. La ligne droite 1 de la figure représente la valeur de $\delta_2 + \varepsilon$ considérée comme fonction de la distance. En effet, cette droite a une inclinaison telle, que, pour une augmentation de l'abcisse de $\lambda_1 = 2{,}8$ m., l'ordonnée croît de π, ce qui est la mesure de la phase δ_2, et de plus elle coupe la courbe δ_1 en un point dont l'abscisse est le 0 de l'échelle métrique, c'est-à-dire où $\delta_1 - \delta_2$ est égal à ε. Les lignes 2, 3, 4, etc., représentent de même la variation des valeurs de $\delta_2 + \varepsilon - \frac{1}{2}\pi$, $\delta_2 + \varepsilon - \pi$, $\delta_2 + \varepsilon - \frac{3}{2}\pi$, etc. Ces lignes sont en effet parallèles à la ligne 1 et leur distance sur l'axe des abscisses

est de $\frac{\lambda}{4} = 1,4$ m. Si l'on projette les points d'intersection de ces lignes avec la courbe δ_1 sur l'axe, on obtient les distances pour lesquelles $\delta_1 = \delta_2 + \varepsilon + \frac{1}{2}\pi$, $\delta_2 + \varepsilon + \pi$, $\delta_2 + \varepsilon + \frac{3}{2}\pi$, et pour lesquels, par conséquent, la phase de l'interférence a augmenté par rapport à celle de l'origine des quantités $\frac{1}{2}\pi$, π, $\frac{3}{2}\pi$, etc. Ce qui ressort de la figure s'exprime donc comme suit : si l'interférence à l'origine de l'échelle possède le signe $+(-)$, elle prend le signe 0 pour la première fois à 1 m., le signe $-(+)$ à 2,3 m. et de nouveau le signe 0 à 4,8 m.; l'interférence revient au signe $+(-)$ à 7,6 m., puis au signe 0 à 14 m.,, et de là reprend les signes successifs à des accroissements de distance sensiblement égaux. Si l'interférence a le signe 0 à l'origine métrique, elle le reprend à 2,3 m., 7,6 m., 14 m., et elle possède le caractère positif ou négatif à 1 m., 4,8 m., 11 m. A des phases intermédiaires correspondent des distances intermédiaires. Que l'on compare avec ces déductions de la théorie les résultats expérimentaux, en particulier, les interférences qui se produisent par l'insertion d'un fil de 100, 250, 400, 550 cm.[1], et l'on trouvera que l'accord est aussi satisfaisant qu'on peut le demander,

Je n'ai pas réussi aussi bien à retrouver les interférences de seconde espèce[2]. Pour la production de celles-ci, nous nous servions d'une position du cercle secondaire pour laquelle l'intégrale de la force d'induction relative à un cercle fermé doit entrer en ligne de compte. En supposant les dimensions du cercle très petites, la

[1] Hertz, précéd. cit., p. 563.
[2] Hertz, précéd. cit., p. 565.

force intégrale est proportionnelle à la vitesse de variation de la force magnétique qui est perpendiculaire au plan du cercle, par conséquent proportionnelle à l'expression :

$$\frac{dP}{dt} = AElm^2n^2\left\{-\frac{\cos(mr - nt)}{mr} + \frac{\sin(mr - nt)}{m^2r^2}\right\}$$

On trouve pour la phase δ_3 de cette action :

$$\delta_3 = mr - \text{arc tg}\, mr$$

La ligne δ_3 de la figure met en évidence la fonction. On voit que la phase commence à grandir depuis l'origine. Les phénomènes dépendant d'une vitesse finie de transmission doivent donc se produire déjà dans le voisinage de l'oscillation. C'est en effet ce qu'a montré l'expérience et c'est en cela que ce genre d'interférence présentait un avantage. Mais la vitesse reste plus grande près de l'origine qu'à de grandes distances, et on ne peut nier que la phase de l'interférence, d'après la théorie, devrait varier notablement plus vite qu'elle ne le fait dans l'expérience. Il me paraît vraisemblable qu'une théorie complète où le conducteur ne serait pas considéré comme infiniment petit, et peut-être aussi une autre valeur pour λ, fourniraient une meilleure conformité.

C'est un résultat important que les expériences ne peuvent être expliquées, indépendamment de la théorie de Maxwell, sans admettre une différence notable entre la vitesse de propagation dans les fils et dans l'espace libre.

Ondes dans les conducteurs filiformes.

La fonction :

$$K(p\rho) = \int_0^\infty e^{-\frac{1}{2} p\rho \left(e^{u} + e^{-u} \right)} du$$

satisfait à l'équation différentielle :

$$\frac{d^2 K(p\rho)}{d\rho^2} + \frac{1}{\rho} d \frac{K(p\rho)}{d\rho} - p^2 K(p\rho) = o$$

En faisant

$$\Pi = 2J/An. \sin(mr - nt). K(p\rho)$$

Π satisfait à l'équation $A^2 d^2\Pi/dt^2 = \Delta\Pi$, si l'on pose $p^2 = m^2 - A^2 n^2$. J est une intensité de courant mesurée par l'unité magnétique, et p est comme m, qui garde sa signification, la réciproque d'une longueur. La fonction Π satisfait à l'équation pour tout point de l'espace, sauf l'axe des Z, où elle devient indéterminée. Les valeurs déduites précédemment pour R, Z, P, N, de celles de Π répondent ainsi à un mouvement électrique dans un fil très mince ayant la direction de l'axe des Z. Dans le voisinage immédiat du fil, on a en s'arrêtant aux termes contenant la seconde puissance de ρ

$$Q_o = - 2J/An. \sin(mz - nt)$$

$$R_o = 2Jm/An\rho. \cos(mz - nt)$$

$$P_o = 2J/\rho \ \cos(mz - nt)$$

L'indice $_0$ servant à exprimer que ρ est considéré comme très petit. De la valeur de R_0, il résulte que la quantité d'électricité libre e qui se trouve sur l'unité de longueur de la surface du fil est :

$$e = 1/4\pi . 2\pi\rho . R_0 = Jm/An . \cos(mz - nt)$$

Et de même de la valeur de P_0 résulte pour l'intensité de courant i :

$$i = 1/4\pi . 2 \pi \rho P_0 = J \cos(mz - nt)$$

Les valeurs de i et de e satisfont à la condition nécessaire $A de/dt = - di/dz$. Elles montrent que le mouvement électrique dont il s'agit constitue une onde sinusoïdale qui se propage dans la direction des z positifs, dont la demi-longueur d'onde est λ, la demi-période d'oscillation T, la vitesse $\lambda/T = n/m$, et que l'intensité de courant maxima est $\pm$ J.

Si nous voulons nous conserver la possibilité d'admettre des forces étrangères dans le fil, nous pouvons considérer λ et T comme indépendants l'un de l'autre. Pour chaque rapport donné de ces deux quantités, par conséquent pour chaque vitesse, les lignes de force ont une disposition déterminée, indépendante du temps, qui se propage le long du fil. Comme dans ce qui précède, nous représentons le champ par les lignes $Q =$ constante.

La figure 6a (Pl. IX) est un tracé des lignes pour le cas où la vitesse est très petite, et où p est égal à m. Le dessin représente une distribution électro-statique des forces, celle que l'on obtient en supposant une densité électrique sur le fil qui soit une fonction sinusoïdale de la longueur du fil. La figure 6b donne les lignes pour une vitesse qui soit environ les 28/48 de la vitesse de la lumière ; on voit

que les courbes s'éloignent davantage du fil entre leur point de départ et leur point de retour. D'après l'ancienne explication, on dirait: La force électro-dynamique qui est parallèle au fil affaiblit la composante électrostatique de même direction, tandis qu'elle n'altère pas celle qui est perpendiculaire au fil. La diminution de la composante parallèle peut aller jusqu'à l'annuler. Si nous supposons la vitesse de l'onde dans le fil égale à celle de la lumière, p est égal à O et pour une valeur quelconque de ρ on a $K(p\rho) = -\log\rho + \text{constante}$; il en résulte:

$$Q = -2J/An.\sin(mz - nt)$$
$$R = 2Jm/An\rho.\cos(mz - nt) \qquad Z = o$$
$$P = 2J/\rho.\cos(mz - nt) \qquad N = o$$

La distribution des forces est alors la plus simple à concevoir; la force électrique est partout normale au fil et varie en raison inverse de la distance au fil même. Les lignes répondant à des valeurs de Q d'égales différences sont représentées dans la fig. 6*c*. Pour une onde se propageant plus vite que la lumière, la valeur de p devient imaginaire.

La composante tangentielle de la force électrique à la surface d'un conducteur continue, comme on le sait, à exister à l'intérieur. On entend, d'après Maxwell, par conducteur parfait celui dans l'intérieur duquel il ne peut se produire qu'une force infiniment petite. Il suit de là que la composante tangentielle à la surface doit être infiniment petite. Si cette conclusion est exacte, l'onde électrique, dans un fil bon conducteur, doit se transmettre avec la vitesse de la lumière et présenter la disposition de lignes de force de la figure 6*c*. En effet, pour cette disposition seule la force est normale à la surface du fil.

Si toutefois il nous est permis de nous en référer au résultat de nos expériences, cette conclusion n'est pas valable et la transmission de l'onde a lieu avec une vitesse bien moindre et à peu près conformément à la disposition de la figure 6*b*. Ce fait est d'autant plus surprenant que la vitesse dans le fil paraît tout à fait indépendante de sa nature. Je l'ai trouvée égale pour des fils de métaux différents, d'épaisseurs différentes, de sections de formes différentes et pour des colonnes de liquides conducteurs. Les causes qui déterminent cette vitesse sont encore obscures. La résistance dans tous les cas n'y joue aucun rôle. J'avais pensé d'abord que l'on pouvait attribuer une influence à la constante k, par l'introduction de laquelle M. v. Helmholtz a généralisé la théorie de Maxwell[1]. En y regardant de plus près, cette manière de voir doit toutefois être abandonnée. Si la condition aux limites est exacte, une onde de la forme indiquée par 6*c* est toujours possible, et demeurant purement transversale elle doit se transmettre avec la même vitesse qu'une onde plane, lors même que des ondes longitudinales simultanées sont possibles ou non. Une valeur finie de la constante k, sans expliquer la différence dans la vitesse observée, exigerait que deux sortes d'ondes de différentes vitesses fussent possibles dans le fil, conséquences que l'observation n'a pas jusqu'ici confirmées. On serait porté à mettre en doute l'exactitude de la condition aux limites pour des forces rapidement variables.

S'il n'est pas possible de communiquer à l'onde suivant l'axe des z, une vitesse atteignant une valeur très grande voulue, il l'est, au contraire, de faire descendre

[1] H. v. Helmholtz, *Ges. Sch.*, 1, p. 545.

cette vitesse au-dessous de sa valeur maximale et de donner lieu à des distributions de force comprises entre les formes 6_a et 6_b. A cet effet, on fait passer l'onde au travers d'un fil régulièrement replié sur lui-même ou enroulé en spirale. Par exemple, en roulant un fil de 40 m. de long en une spirale de 1 cm. de diamètre et serrée de façon à ce que la spirale avait 1,6 m. de long, j'ai pu observer des nœuds distants de 0,31 m., tandis que pour le fil tendu, la distance des nœuds était de 2,8 m. En éliminant progressivement la spirale, l'une des valeurs s'est substituée à l'autre. Si l'on en mesure la vitesse parallèlement à l'axe des z qui est l'axe de la spirale, l'onde se propage donc notablement plus lentement dans le fil enroulé. Si l'on mesure la vitesse suivant la longueur du fil, elle se transmet plus vite. Sauf erreur, la théorie de Maxwell est impuissante si l'on conserve la condition aux limites relatives aux bons conducteurs, à rendre compte des faits. D'après cette théorie, semble-t-il, la propagation suivant l'axe des z devrait se produire avec la vitesse de la lumière, quelle que soit la forme du conducteur, du moment que la résistance du conducteur est sans influence et que ses dimensions normales à l'axe sont très petites par rapport à une longueur d'onde. Or, ces deux conditions sont remplies dans des fils roulés en spirale sans que la conséquence s'ensuive.

En cherchant à expliquer nos observations par la théorie de Maxwell, nous n'avons pas réussi à écarter toutes les difficultés. On jugera toutefois que la reproduction complète par cette théorie de la partie essentielle des phénomènes est un argument en sa faveur qui n'est pas à dédaigner. En effet, si l'on essaie d'appliquer aux phénomènes en question l'une des anciennes théories, on est

conduit immédiatement à des contradictions relatives aux traits élémentaires, quand bien même on rapproche ces théories de celle de Maxwell, d'après la méthode de v. Helmholtz, en faisant de l'éther un diélectrique.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

Ad. Guebhard. La photographie instantanée de nuit simplifiée. (*La Nature,* 1889, N° 328, p. 306.)

Pour produire un éclair lumineux instantané, l'auteur laisse de côté les photopoudres et se sert uniquement de poudre *très fine* de magnésium qui s'allume aisément et instantanément dans la flamme d'une bougie et dont la combustion ne vicie pas l'atmosphère. On met une petite quantité de cette poudre dans un tube de verre recourbé en boucle *(photospire)* que l'on passe comme une bague au doigt indicateur de la main qui tient la bougie, et on le projette dans la flamme au moment voulu par le souffle d'une poire de caoutchouc. Les photospires peuvent également être attachés à la bougie et maniés à distance avec un tuyau de caoutchouc suffisamment long. C. S.

CHIMIE

C. Schall. Sur la détermination des densités de vapeur sous pression réduite. (*Berichte*, XXII, p. 140. Zurich.)

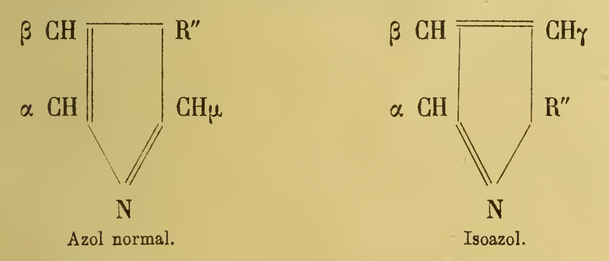
Description d'un nouvel appareil dérivant de celui de V. Meyer. Le liquide est placé dans une ampoule suspendue à la partie supérieure du tube d'introduction; en chauffant, on détermine son arrivée dans le réservoir. Le tube d'introduction est extérieur à celui-ci et débouche verticalement au

fond, après deux courbures à angle droit; la mesure d'augmentation de volume se lit sur une petite cloche manométrique disposée à côté du grand manomètre, à la façon d'un eudiomètre de Regnault.

A. HANTZSCH. REMARQUES GÉNÉRALES SUR LES AZOLS. (*Annalen d. Chem. und Phys.*, 249, p. 1. Zurich.)

On donne le nom d'azols aux combinaisons azotées du type de la pyridine, dans laquelle un groupe $(CH)_2$ de la chaîne fermée est remplacé par un radical bivalent; on distingue les oxazols (furazol) $(CH)_3ON$, thiazols $(CH)_3SN$, imidazols $(CH)_3NHN$, selènazols $(CH)_3SeN$. On peut aussi considérer ces corps comme dérivant du furfurane, du thiophène, pyrrol ou selènophène, dans lesquels un groupe méthine CH est remplacé par de l'azote.

On connaît les azols normaux et les isoazols.



Azol normal. Isoazol.

Pour les produits de substitution, on distingue les groupes méthines par les lettres α β γ et pour les azols normaux, on désigne par la lettre μ l'hydrogène du groupe CH qui est placé entre l'azote et le radical bivalent. Lorsque les doubles liaisons disparaissent, on obtient de nouveaux dérivés, ainsi du thyazol, la thiazoline C_3H_5SN et la thiazolidine C_3H_7SN.

L. ARAPIDES. TRANSFORMATION DES SULFOCYANURES KÉTONIQUES OU OXYTHIAZOLS ET RÉDUCTION DE CES DERNIERS EN THIAZOLS. (*Annalen d. Chem. u. Ph.*, 249, p. 7. Zurich.)

Lorsqu'on mélange une dissolution alcoolique de sulfocya-

nure de barium avec la bromacétophénone, on obtient le sulfocyanure d'acétophénone $C_6H_5COCH_2SCN$, aiguilles fusibles à 74°, solubles à chaud dans l'acide chlorhydrique, mais il se forme par refroidissement du phényloxythyazol, et comme produit intermédiaire de l'hydrochlorate de carbaminthioacétophénone $C_6H_5COCH_2SCONH_2HCl$, aiguilles fusibles 175-180°, sel très instable, qui se transforme en phényl-μ-oxythiazol (aiguilles 204°).

```
        CH — S
        ||    |
    C6H5C    COH
         \  //
          N
```

Par la distillation du méthyloxythiazol sur de la poussière de zinc, il est réduit, on obtient une huile incolore bouillant vers 133°, qui est l'α méthylthiazol, ressemblant beaucoup à l'α picoline; d'une manière analogue, on obtient l'α phénylthiazol, huile odorante ressemblant à l'α phénylpyridine et bouillant vers 272°.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

A LAUSANNE

Séance du 1er mai 1889.

L. Gauthier. Observations météorologiques. — F.-A. Forel. Description d'un filet pélagique. — Müller. Les vents du nord dans la Suisse occidentale.

M. L. Gauthier, prof. Résumé des *Observations météorologiques* faites aux stations de la vallée de Joux en 1888 (voir aux mémoires).

M. F.-A. Forel, en se rapportant à la description du *Filet pélagique* qu'il a donnée dans la séance du 4 juillet 1888, indique le manuel opératoire qui permet de laver complètement, rapidement et avec très peu de liquide les toiles mobiles de son filet. Grâce à ces dispositions, on pourra désormais facilement faire des études quantitatives sur les organismes pélagiques des lacs.

M. Müller présente le résumé d'un *mémoire sur les vents du nord dans la Suisse occidentale.* Il montre d'abord par des chiffres une très forte prédominance de ces vents dans la Suisse occidentale sur ceux de la Suisse orientale. Pour arriver à une explication satisfaisante de ce phénomène,

M. Müller distingue deux sortes de vents : *les vents locaux* qui ne soufflent ordinairement qu'avec une faible intensité et seulement pendant une partie de la journée et *les vents généraux* du nord qni se produisent chaque fois qu'une perturbation atmosphérique intense a lieu sur certaines parties de l'Europe.

Les vents locaux sont très fréquents dans toute la Suisse occidentale, surtout dans le bassin du lac Léman. Pendant la partie chaude de la journée il se produit un courant ascendant (brise du lac) et, pendant la partie froide, un courant descendant (brise de terre). On croyait généralement jusqu'ici que ces vents locaux doivent leur naissance à l'influence du lac, mais M. Müller croit pouvoir démontrer qu'ils sont dus à l'influence des montagnes avoisinantes. Il se base surtout sur le fait que les mêmes vents locaux sont observés sur beaucoup d'autres points de la Suisse où il n'existe pas de lac, ainsi que sur les pentes de montagnes bien ensoleillées. Il fait remarquer qu'au lac de Constance, dont le bassin est presque aussi grand que celui du Léman, on n'observe que de très faibles traces de vents aquatiques.

M. Müller n'admet pas la théorie d'après laquelle les vents venant de la Suisse centrale sont transformés dans la Suisse occidentale en vents du nord (bise) et sont renforcés par le détroit formé par le Jura et les Alpes près de Genève. Il démontre qu'à Genève les vents du nord ne sont ni plus fréquents, ni plus forts qu'à Neuchâtel et à Lyon. Il explique encore la fréquence des vents du nord dans la Suisse occidentale, en partie par sa situation orographique, en partie par l'existence de nombreuses dépressions secondaires sur le nord-ouest de la Méditerranée. La Suisse orientale est peu favorable aux vents du nord : la large vallée formée par le Jura et les Alpes est entrecoupée par de nombreuses collines, elle est traversée presque perpendiculairement par la ligne des courants septentrionaux. La Suisse occidentale au contraire est très bien située pour ressentir les vents du nord, l'axe de la vaste plaine entre les Alpes et le Jura étant à peu près parallèle au méridien. Les courants septentrionaux peuvent entrer librement par le nord et trouvent une issue facile par la vallée du Rhône. M. Müller prouve

par des cartes des isobares moyennes publiées récemment par M. le prof. Hann à Vienne l'existence des dépressions mentionnées plus haut sur le nord-ouest de la Méditerranée. Celles-ci donnent naissance au mistral des Bouches du Rhône et aux vents du nord beaucoup plus fréquents dans la vallée du Rhône que dans la Suisse occidentale. La Suisse occidentale est donc soumise à l'influence de ces dépressions, tandis qu'elles n'agissent plus dans la Suisse orientale qui en est entièrement séparée par les hautes Alpes. C'est surtout à cause de cela qu'on observe si souvent de forts vents du nord dans la Suisse occidentale, tandis que dans la Suisse orientale règnent plutôt les vents de l'ouest et du sud.

Dans la discussion qui suit la communication de M. Müller, M. F.-A. Forel n'accepte pas l'opinion qui dénie toute action au lac Léman pour la production des brises locales, il cherche à montrer qu'à Morges, en particulier, où ces brises sont à leur maximum de développement et où elles sont connues sous le nom de *morget*, brise de terre et *rebat*, brise du lac, elles ont exactement les mêmes caractères que les brises analogues à double interversion diurne des bords de la mer.

M. Müller déclare avoir puisé ses renseignements sur Morges dans les annales de la Station centrale de l'année 1864, seules observations publiées pour cette ville. Il ajoute que celles-ci ne signalent pas les courants si prononcés décrits par M. Forel. On pourrait expliquer la chose par la mauvaise construction des girouettes ordinairement trop lourdes et partant trop paresseuses.

M. le prof. H. Dufour fait observer que les vents de montagne et les vents du lac ont la même origine et présentent la même allure. Il croit que l'influence du lac s'ajoute à celle de la montagne et augmente encore l'intensité des courants locaux. Il estime qu'on ne peut pas affirmer que les vents locaux qui soufflent sur les rives du Léman se produiraient comme actuellement si le lac n'existait pas.

Séance du 15 mai.

H. Dufour. Spectro-photomètre. — E. Chuard. Analyse de sève de vigne. — Henri Blanc. Petromyzon Planerii et Ammocoetes blanchialis.

M. le prof. H. Dufour présente à la Société différents appareils nouveaux, entre autres un *spectro-photomètre* modifié par lui pour l'étude simultanée des spectres de deux sources lumineuses. Il donne également les premiers résultats d'une étude sur l'accumulateur Huber construit dans la fabrique de Marly, près Fribourg, et servant actuellement à l'éclairage électrique de quelques wagons de la S.-O.-S.

M. le prof. E. Chuard entretient la Société d'une *Analyse de sève de vigne* (pleurs de vigne). Il signale dans celle-ci la présence de corps nouveaux (aspararagine). Voici ses résultats :

Pour 1000 centimètres cubes.

Matières solides à 100°	gr.	1,8210
Matières minérales	»	0,5440
Azote total	»	0,0145
Chaux	»	0,1068
Magnésie	»	0,0181
Potasse	»	0,0889
Acide phosphorique	»	0,0486
Acide sulfurique	»	0,0071
Fer	»	0,0000

M. le prof. Henri Blanc présente à la Société un *Petromyzon Planerii* de 14,5 cent. de long provenant de la Brine, ruisseau qui se jette dans le lac de Neuchâtel, au-dessous de Montagny, et un *Ammocoetes branchialis* de 13,5 cent. pêché dans le Grenet, près le lac de Bret. Il montre les différences remarquables existant entre l'animal et la larve : Cette dernière, au corps ovoïde dépourvu de pigment, a les nageoires imparfaites, les yeux cachés sous la peau et la bouche en fer à

cheval; l'Amocoetes transformé en Petromyzon a au contraire le corps cylindrique, la peau, du moins sa région dorsale, colorée en vert, les nageoires très apparentes, les yeux pour voir et la bouche circulaire.

La petite lamproie, le sucet ou perce-pierre, comme on l'appelle parfois, est assez rare dans les eaux du canton et si elle a été signalée plusieurs fois comme habitant le lac de Neuchâtel ou les eaux qui s'y jettent, elle est très rare dans le bassin du Léman. Voici au reste ce qu'en dit le doyen Bridel dans son « Essai sur le lac Léman » (*Conservateur suisse*, t. V, 1814) «c. Amphibies. 14. Petite lamproye, petromyzon branchiale (petite perce-pierre), très rare à l'embouchure de quelques ruisseaux de la côte de Savoie. » Depuis lors on ne doit pas l'avoir signalée comme poisson du lac.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 6 juin 1889.

P. Maury. Cypéracées du Paraguay. — R. Chodat. Polygalacées du Paraguay. — C. Mallet. Abondance des graines de hêtre en 1888. — C. Mallet. Boule de bois aggloméré trouvée dans un vieil arbre de moulin. — C. Mallet. Caillou roulé trouvé dans une grotte au Fort-de-l'Écluse. — C. de Candolle. Fructification abondante des glycines en 1888. — Paul van Berchem. Différence de concentration des dissolutions de gaz dont deux parties sont portées à des températures différentes. — M. Bedot. Procédé de conservation des animaux marins inférieurs. — Duparc. Étude microscopique et chimique des calcaires portlandiens de St-Imier. — Gosse. Hache en silex rubanné trouvée à Pregny. — R. Gautier. Travail de M. Haerdtl sur la comète de Winnecke.

M. Marc Micheli présente au nom de M. Paul Maury, aide-naturaliste au Museum de Paris, une étude des *Cypéracées du Paraguay* basée principalement sur les collections récoltées par Balansa. Ces plantes se répartissent entre 13 genres et 84 espèces dont 19 nouvelles. Les genres les plus largement représentés sont les *Cyperus,* les *Eleocharis* et les *Rynchospora.* Les caractères généraux établissent une relation très intime entre ces plantes et les Cypéracées du Brésil tant au point de vue générique qu'au point de vue spécifique. Par contre les rapports avec la République Argentine sont beaucoup moins marqués, et les espèces communes ont presque toutes une aire extrêmement étendue ou sont même

ubiquistes. Ces résultats généraux confirment pleinement ce qui avait été indiqué précédemment pour d'autres familles et entre autres pour les Légumineuses.

Dans une précédente séance de la Société M. le Dr R. Chodat avait déjà indiqué provisoirement les principaux résultats d'un travail qu'il vient de terminer sur les *Polygalacées du Paraguay*, travail qui fait suite aux premières *Contributions à la flore du Paraguay* par M. M. Micheli. Il complète maintenant cette communication.

Vingt-cinq espèces ont été récoltées par Balansa au Paraguay; onze sont nouvelles, les autres ont déjà été trouvées au Brésil. Autant qu'on peut en juger d'après les travaux parus sur la flore de l'Amérique australe, aucune des espèces du Paraguay, n'a encore été signalée dans la République Argentine. Une seule se retrouve dans l'Uruguay. Une espèce est très voisine d'une plante de Bolivie décrite par M. A.-W. Bennet, c'est la seule affinité appréciable de la flore du Paraguay avec celle de la Bolivie. Plusieurs espèces brésiliennes et ubiquistes ont leur limite australe au Paraguay, ainsi *P. longicaulis, P. paludosa*. Les espèces particulières à l'Amérique australe ne pénètrent pas dans le Paraguay. Ce dernier pays doit donc être rattaché pour sa flore au groupe brésilien méridional.

Une liste en partie fausse ayant été donnée par M. A.-W. Bennet dans *Journ. of Bot.* 1879, les numéros qùi suivent sont des rectifications.

2177 *P. timoutoides* Chod.
2179 *P. fallax* Chod.
2180+4716 *P. extraaxillaris* Chod.
2181 *P. paludosa* St-Hilaire.
2183 *P. tenuis* DC non A.W. Bennet.
2185 *P. pulchella* St-Hil.
2188 *P. sericea* A.-W. Bennet.
2189 *P. orthiocarpa* Chod.
2191*a* *P. Villa-Rica* Chod.
2062 *P. Græbiana* Chod.
2599 *P. Michelii* Chod.
2182 *P. Chuiti* Chod.

Quatre espèces nouvelles ont été décrites par M. A.-W. Bennet, il en a naturellement été tenu compte dans ce travail.

Deux espèces récoltées par Weddel au Paraguay ont été aussi signalées.

M. Charles Mallet entretient la Société de l'*abondance extraordinaire des graines du Fagus Sylvatica en 1888.*

L'année 1888 a été signalée par une très forte production de fruits à pepins et à noyaux. Les graines des essences forestières, et tout particulièrament du hêtre, ont été remarquablement abondantes dans la même année. Déjà dans l'arrière-automne de 1887, les bourgeons à fleurs étaient très nombreux; au printemps 1888, la floraison s'est effectuée dans de très favorables conditions, en sorte que la graine ou faine, s'est produite en quantité, et, ce qui est plus rare, en qualité tout à fait exceptionnelle.

En sylviculture, on admet qu'il se produit une *fainée* abondante tous les six ou sept ans; mais au dire d'un vieux garde-forestier, il faut remonter à l'année 1842 pour en trouver une pareille. Chaque graine a produit un jeune hêtre; aussi, au printemps 1889 le sol des forêts de hêtres était-il couvert d'un épais recru d'un vert sombre magnifique; les jeunes plants étaient aussi serrés et drus que si on eût semé la graine à la main.

La plus grande partie de ces jeunes plants ne subsisteront pas; car, au bout de deux ans d'existence, il faut de la lumière pour la réussite des jeunes plants. Mais les forêts qui ont été mises en coupes sombres, c'est-à-dire celles qui ont été fortement éclaircies en vue de leur rajeunissement, sont assurées d'avoir un repeuplement exceptionnel. On peut admettre aussi que les pâturages boisés en hêtres, du Jura, dans lesquels l'herbe n'est pas fauchée, verront leur territoire forestier sensiblement augmenté par le fait de cette fainée exceptionnelle.

M. Mallet expose une motte de terre prise dans les forêts communales de Nyon, couverte d'une multitude de jeunes hêtres de l'année.

M. Mallet présente ensuite deux boules, l'une noire, l'autre blanche; appartenant, la première au règne végétal, la seconde au règne minéral, d'un diamètre d'environ 0m,10 et ayant acquis leur forme sphérique, presque mathématique, par le fait d'un mouvement mécanique naturel. La *boule noire*, de consistance ligneuse, a été trouvée en compagnie d'une autre boule il y a quinze ans, dans l'intérieur d'une pièce de bois de chêne, qui, pendant de longues années, avait servi d'arbre à la roue d'un moulin. On peut expliquer la formation de cette boule de la manière suivante : la pièce de chêne servant d'arbre à la roue renfermait une excavation intérieure provenant d'une maladie du bois ou du travail de quelque larve. La poussière du bois contenue dans l'excavation, imprégnée de l'humidité ambiante, et soumise au mouvement rotatoire de la roue, se sera coagulée, aura pris la forme sphérique, et, faisant boule de neige, se sera accrue aux dépens de l'excavation qui aura été en s'agrandissant par le fait de la décomposition du bois. La formation de cette boule a dû durer fort longtemps, car, de mémoire d'homme, la roue du moulin n'avait pas été changée.

La *boule blanche* est un caillou calcaire jurassique trouvé au milieu d'une quantité d'autres dans une grotte située dans le talus du fort de l'Écluse, à quelques mètres au-dessus du niveau des eaux du Rhône. Cette grotte, soit marmite, était traversée par un torrent qui, agitant continuellement les cailloux qui y étaient renfermés, leur a donné une forme sphérique par leur frottement les uns contre les autres. La grotte et le torrent ont été découverts au commencement de l'année 1883, à l'occasion des glissements de terrains qui se sont produits sur la voie du P.-L.-M. à cette époque.

M. C. de Candolle, à l'appui de ce que M. Ch. Mallet vient de dire sur la *Fécondité en fruits de toutes sortes qui a caractérisé l'année 1888*, cite ce qui s'est passé pour les Glycines. On sait que malgré leur exubérante floraison habituelle ces plantes ne fructifient que fort rarement lorsqu'elles sont cultivées en treilles. A la demande d'un corres-

pondant qui lui avait rappelé cette circonstance, M. de Candolle avait vainement cherché, l'année précédente, à s'en procurer des gousses mûres en s'adressant pour cela à divers propriétaires. Or, à la fin de l'été dernier, il a constaté que plusieurs des Glycines qui ornent les habitations aux environs de Genève avaient abondamment fructifié.

M. Paul van Berchem présente, par l'intermédiaire de M. Ch. Soret, les premiers résultats d'un travail *Sur l'état d'équilibre que prend au point de vue de sa concentration une dissolution gazeuse primitivement homogène, dont deux parties sont portées à des températures différentes.*

Des solutions d'acide chlorhydrique ou d'ammoniaque étaient placées dans des tubes fermés, chauffés à leur partie supérieure à 50° environ et maintenus par le bas à la température de 10° à 15°. Après 38 ou 40 jours on analysait séparément les portions de liquide qui occupaient les deux bouts du tube.

L'acide chlorhydrique a montré une tendance à se concentrer légèrement dans la partie froide, mais l'effet est peu prononcé, et tout à fait du même ordre que l'effet analogue que M. Ch. Soret a observé précédemment dans les solutions salines.

Pour l'ammoniaque, il n'a pas été possible de reconnaître une différence appréciable entre les concentrations des parties chaude et froide. Il est vrai que dans ce cas la différence de densité des solutions ammoniacales plus ou moins concentrées tend à porter les portions les plus concentrées vers le haut des tubes et vient par conséquent compliquer le phénomène.

M. van Berchem se réserve de poursuivre cette étude.

M. Maurice Bedot entretient la Société des *procédés de conservation des animaux marins inférieurs.* Il communique en particulier un procédé nouveau qu'il a imaginé et au moyen duquel on peut arriver à conserver les Siphonophores sans qu'aucun appendice de la colonie ne se sépare de la tige. Pour obtenir de bons résultats il faut agir de la manière suivante :

On fait, dans l'eau distillée, une solution de sulfate de cuivre de 15 à 20 %. (Le degré de concentration peut varier un peu suivant l'espèce sur laquelle on agit.) Puis on jette vivement dans cette solution la colonie que l'on veut fixer. En procédant de cette façon, on se trouve obligé de verser en même temps que le Siphonophore une assez grande quantité d'eau de mer. Il faudra donc s'arranger de façon à ce que la solution de sulfate de cuivre représente un volume à peu près dix fois plus grand que celui de l'eau de mer. Une fois que le Siphonophore est fixé (ce qui a lieu au bout de quelques minutes), on ajoute à la solution quelques gouttes d'acide nitrique et l'on remue très doucement avec une baguette en verre, afin d'empêcher la formation de précipités.

On laisse le Siphonophore pendant 4 ou 5 heures dans cette solution, après quoi il convient de le durcir avant de le mettre dans l'alcool. On pourra se servir pour cela de différents réactifs durcissants. Les meilleurs résultats ont été obtenus en employant le liquide de Flemming composé de 15 parties d'acide chromique à 1 %; 4 parties d'acide osmique à 2 %, et 1 partie d'acide acétique glacial. Comme il convient autant que possible d'éviter de toucher le Siphonophore et de le changer de bocal avant son durcissement complet, on opérera de la façon suivante. On enlève une partie de la solution de sulfate de cuivre en en laissant seulement une quantité suffisante pour que le Siphonophore en soit encore recouvert. Puis on verse doucement le liquide de Flemming qu'on laisse agir pendant 24 heures au moins. Le volume du liquide de Flemming que l'on emploie doit être à peu près le double de celui de la solution de sulfate de cuivre.

L'opération la plus importante dans la conservation de ces animaux, est le passage dans l'alcool, qui doit être excessivement lent et graduel. On commencera par ajouter au liquide dans lequel se trouve le Siphonophore quelques gouttes d'alcool à 25 % que l'on verse, avec une pipette, le plus loin possible de la colonie. Puis on augmente progressivement la dose et la concentration de l'alcool. Cette opération devra durer au moins 15 jours avant que l'on puisse em-

ployer de l'alcool à 70 %. La conservation définitive se fera dans l'alcool à 90 %.

On doit remarquer encore une fois que les résultats que l'on obtient sont d'autant meilleurs que le passage dans les alcools a été plus lent. C'est une règle qui est générale pour la conservation de tous les animaux pélagiques.

Le chlorure et l'acétate de cuivre peuvent aussi être employés, mais ils donnent de moins bons résultats.

On peut se servir avec succès de la solution de sulfate de cuivre pour fixer une quantité d'animaux pélagiques tels que certains cténophores, méduses, ptéropodes, hétéropodes, tuniciers, etc., mais il est toujours bon de les durcir après la fixation.

M. Bedot montre à la Société quelques exemplaires de *Forskalia* et d'*Halistemma* qu'il a conservés par ce procédé.

M. L. Duparc rend compte de l'étude chimique à laquelle il s'est livré sur les *calcaires portlandiens* décrits par M. Rollier.

A la suite du remarquable travail de M. le prof. Rollier[1] sur le facies du malm jurassien dans la région classique, M. Duparc avait pensé qu'il serait peut-être intéressant de prendre une à une les différentes couches des étages décrits par lui et de les soumettre à une étude minéralogique et chimique détaillée pour comparer ensuite entre eux les résultats obtenus. Grâce à l'extrême obligeance de M. Rollier qui a bien voulu répondre à ce désir en lui envoyant tout d'abord une partie des calcaires portlandiens qui figurent dans son mémoire, page 15-16, M. Duparc a pu commencer cette étude. Ces calcaires en général compacts de couleur jaune ou grise présentent plusieurs types qui se répartissent dans deux catégories : celle des calcaires assez purs et celle des calcaires argileux. La première comprend les calcaires subcompacts, pâles à Nérinées, blanchâtres à Nérinées avec 1 % d'argile et au-dessous. En outre l'argile y est accompagné de 1 ½ % de $MgCO_3$ et 0,1-0,3 de fer et alumine ainsi que de traces

[1] *Archives des sc. phys. et nat.*, 1888, t. XIX, pp. 5, 132.

d'acide phosphorique; à la suite viennent les calcaires oolithiques, dolomitiques jaunes ou rouges à grains verts, coralligènes et compacts en dalles avec 1 ½-2 % de résidu argileux insoluble et une constitution générale assez semblable aux précédents sauf, en ce qui concerne les échantillons dolomitiques qui contiennent le premier 20 % de $MgCO_3$, le second 3 %. Cette différence, qui fait de l'un un calcaire dolomitique et de l'autre un calcaire magnésien, est assez curieuse. La catégorie des calcaires argileux est occupée par les calcaires en bancs compacts, en plaquettes et à Natica Marcousana avec 7-14 % de résidu argileux insoluble; ce chiffre de 14 % très élevé est atteint par les couches à Marcousana. La limite extrême est occupée par les calcaires marneux à Exogyra virgula avec 20 % d'argile.

Sauf en ce qui concerne le résidu argileux le reste de la constitution est assez uniforme dans ces échantillons. La densité de ces calcaires correspond assez bien à leur constitution, elle oscille entre 2,65-2,78 (flacon). Les variétés argileuses ont une densité généralement plus faible que les variétés pures. Les calcaires dolomitiques atteignent la densité la plus élevée.

Tous ces calcaires renferment toujours une certaine quantité d'eau qui part à 100° et qui est en général plus grande chez les variétés argileuses que chez les autres. Les argiles contiennent en outre de l'eau qui part au rouge et dont la quantité varie selon les calcaires.

M. le Dr Gosse présente une *hache en silex rubanné* du type aréchéolithique trouvée à Pregny il y a quelques années dans la campagne Mégevand et qui était restée inédite.

M. Raoul Gautier rend compte d'un travail de M. Ed. von Haerdtl, privat-docent à l'université d'Innsbruck, sur *L'orbite de la comète périodique de Winnecke*. Cette comète, découverte en 1858 par le prof. Winnecke et reconnue identique à une comète de Pons de 1819, a une période comprise entre 5 ½ et 6 ans. Elle a été observée à des apparitions ultérieures en 1869, 1875 et 1886. Th. von Oppolzer avait déjà pu-

blié plusieurs travaux relatifs à la théorie de cette comète; M. von Haerdtl, élève distingué du célèbre astronome viennois, a complété ses travaux en reliant ensemble les apparitions de la comète comprises entre 1858 et 1886 par un calcul exact des perturbations qu'elle a subies dans cet intervalle. Comme pour toutes les autres comètes de ce groupe à courte période, c'est la planète Jupiter qui exerce une influence prépondérante sur la marche de celle de Winnecke. M. v. Haerdtl a été amené par ses calculs à corriger un peu la valeur généralement adoptée pour la masse de cette planète; son résultat concordant avec la dernière valeur obtenue au moyen des mouvements des satellites, il conclut que la masse de Jupiter doit être légèrement augmentée, et il fixe comme valeur la plus probable : $\frac{1}{1047.204}$.

Un des objectifs principaux poursuivis par M. v. Haerdtl était de rechercher si le mouvement de la comète de Winnecke s'expliquait par la seule loi de la gravitation universelle, ou si l'on devait, comme pour la comète d'Encke, admettre en outre une petite accélération de son mouvement, due à une cause inconnue. Pour la comète de Faye, M. le prof. Möller avait trouvé que, pour satisfaire à toutes les observations faites depuis sa découverte, en 1843, il n'était pas nécessaire d'admettre une autre action que celles du soleil et des planètes. Mais cette comète ne s'approche du soleil qu'à une distance minimum (périhélie) de 1.74. La comète de Winnecke a une distance périhélie sensiblement plus faible, 0.83, quoique encore plus forte que celle de la comète d'Encke, qui est de 0.33. Or, le résultat auquel parvient M. v. Haerdtl c'est que, de 1858 à 1886, toutes les observations de la comète de Winnecke peuvent être représentées d'une façon satisfaisante, sans qu'il soit nécessaire de supposer une accélération de son moyen mouvement diurne. De ces trois comètes, les seules entre les comètes périodiques dont la théorie ait été l'objet d'un travail complet, celle d'Encke serait donc la seule dont le mouvement s'accélère d'une révolution à l'autre.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

MAI 1889

Le 2, rosée le soir.

3, très forte rosée le matin.

4, très forte rosée le matin; éclairs à l'O. à 8 h. 4m et au N. O. à 9 h. 5m du soir.

5, rosée le matin; tonnerres à l'E. à 5 h. 6m et au N. à 6 h. 22m du soir.

12, très forte rosée le matin ; faible halo lunaire à 9 h. du soir.

13, très forte rosée le matin.

16, arc-en-ciel à 5 h. 50m du soir.

19, éclairs à l'E. à 9 h. du soir par un ciel dépourvu de nuages.

22, éclairs au N. et à l'O. depuis 9 h. du soir.

23, forte rosée le matin; éclairs au N. à 10 h. du soir.

24, forte rosée le matin.

25, éclairs à l'O. et au N. O. à 9 h. du soir.

26, éclairs à l'O. S. O. et au S. O. depuis 9 h. du soir; tonnerres au S. O. à 11 h. 2m du soir; très fort vent de 11 h. à minuit.

29, la dernière tache de neige sur le Salève a disparu.

30, éclairs et tonnerres au S. E. de 5 h. 52m à 6 h. 15m du soir; petite averse accompagnée d'un fort vent à 5 h. 58m; éclairs au N. et au N. N. O. depuis 9 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.

	mm
Le 2 à 9 h. soir	728,00
8 à 10 h. matin	724,70
12 à 9 h. matin	725,86
19 à minuit	726,31
21 à 11 h. soir	726,28
30 à 6 h. matin	728,14

MINIMUM.

	mm
Le 5 à 5 h. soir	721,95
10 à 5 h. soir	720,40
14 à 6 h. soir	720,60
20 à 4 h. soir	724,56
26 à 6 h. soir	713,67
31 à 5 h. soir	724,02

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Minim. observé au barogr.	Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Nombre d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône. Midi.	Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.				+ °	°	cm
1	723,38	— 1,57	721,94	724,86	+11,06	0,00	+ 4,6	+16,6	740	+ 46	530	980	0,0	...	N. 1	0,98	9,7	—0,4	86,5
2	726,35	+ 1,37	724,14	728,00	+10,91	— 0,30	+ 7,5	+14,7	774	+ 79	580	940	2,5	8	variable	0,83	8,9	—1,3	89,2
3	726,22	+ 1,20	725,22	727,79	+10,71	— 0,64	+ 3,9	+16,0	717	+ 22	490	910	...	...	N. 1	0,10	8,7	—1,6	89,0
4	725,43	+ 0,37	724,32	726,13	+14,08	+ 2,59	+ 5,9	+20,8	649	— 46	430	880	...	...	NNE. 1	0,47	9,9	—0,5	93,0
5	723,89	— 1,21	721,95	725,60	+16,21	+ 4,57	+ 8,6	+23,9	663	— 32	460	910	4,3	2	SO. 1	0,57	...	.....	96,0
6	722,93	— 2,21	721,96	723,84	+11,74	— 0,04	+ 9,8	+14,6	942	+246	870	990	12,9	7	N. 1	0,93	13,3	+2,6	101,0
7	723,70	— 1,48	722,62	724,54	+13,38	+ 1,45	+ 8,5	+17,8	755	+ 59	500	920	...	...	variable	0,57	12,9	+2,1	104,0
8	724,17	— 1,05	723,27	724,70	+13,91	+ 1,84	+ 9,4	+19,9	738	+ 42	550	900	...	...	N. 1	0,73	13,0	+2,1	105,0
9	722,78	— 2,48	721,55	724,62	+14,50	+ 2,29	+ 9,9	+18,7	737	+ 40	540	930	0,0	...	NNO. 1	1,00	13,5	+2,5	107,5
10	721,18	— 4,13	720,40	722,50	+12,47	+ 0,11	+ 8,9	+14,5	886	+189	810	950	29,3	18	SSO. 1	1,00	13,3	+2,2	109,3
11	723,01	— 2,34	722,19	724,49	+10,16	— 2,34	+ 6,4	+14,5	794	+ 97	660	940	3,1	2	N. 1	0,62	10,6	—0,6	115,5
12	725,11	— 0,28	724,54	725,86	+11,58	— 1,06	+ 4,0	+18,3	660	— 38	360	890	...	...	N. 1	0,15	...	.....	116,5
13	724,86	— 0,58	722,77	725,82	+13,37	+ 0,59	+ 6,0	+19,4	702	+ 4	410	950	5,0	6	variable	0,83	11,6	+0,1	117,0
14	721,96	— 3,52	720,60	723,78	+13,99	+ 1,07	+11,2	+17,7	859	+160	680	990	6,3	7	N. 1	0,98	11,5	—0,1	117,2
15	721,74	— 3,79	721,15	723,49	+15,20	+ 2,13	+10,9	+20,0	804	+105	580	940	10,0	7	variable	0,98	11,5	—0,2	117,0
16	723,86	— 1,71	723,31	724,71	+13,69	+ 0,48	+ 9,5	+18,0	800	+100	520	960	0,0	...	N. 1	0,98	11,5	—0,3	118,2
17	724,97	— 0,65	724,27	725,75	+15,36	+ 2,01	+11,4	+19,0	787	+ 87	600	920	0,3	...	NE. 1	0,93	13,5	+1,6	118,9
18	725,91	+ 0,25	725,55	726,30	+14,00	+ 0,51	+12,1	+17,0	849	+149	720	990	0,7	1	variable	1,00	13,8	+1,7	121,0
19	725,11	— 0,60	724,36	726,31	+13,34	— 0,28	+10,5	+16,5	739	+ 38	540	950	0,0	...	NNE. 1	0,53	...	.....	122,0
20	725,31	— 0,44	724,56	726,01	+12,17	— 1,59	+ 6,2	+17,1	705	+ 4	400	860	...	...	N. 1	0,72	13,1	+0,8	121,9
21	725,85	+ 0,05	725,06	726,28	+12,34	— 1,56	+ 9,3	+16,7	754	+ 52	590	920	3,6	5	variable	1,00	13,0	+0,6	123,9
22	724,75	— 1,09	723,67	726,11	+14,43	+ 0,40	+ 9,4	+18,7	756	+ 54	570	970	...	...	N. 1	0,77	14,1	+1,6	125,5
23	723,82	— 2,07	722,81	724,76	+16,92	+ 2,75	+ 9,4	+23,2	670	— 32	470	860	...	...	N. 1	0,40	14,5	+1,9	126,5
24	721,10	— 4,83	718,90	722,88	+17,72	+ 3,42	+10,1	+23,4	672	— 31	480	930	...	...	SO. 1	0,12	15,0	+2,2	127,0
25	716,08	— 9,90	714,08	718,71	+18,12	+ 3,68	+12,0	+23,9	599	—104	390	860	...	...	N. 1	0,53	15,1	+,22	127,5
26	714,97	—11,05	713,67	716,00	+18,24	+ 3,67	+ 9,9	+23,7	579	—124	350	850	...	...	N. 1	0,42	...	.....	127,8
27	718,92	— 7,15	716,50	721,05	+16,55	+ 1,85	+13,1	+20,2	759	+ 55	630	920	1,0	2	variable	0,93	15,7	+2,6	129,0
28	722,91	— 3,20	720,55	725,10	+15,17	+ 0,34	+12,8	+19,0	813	+109	680	910	2,2	5	SSO. 1	1,00	14,6	+1,4	130,1
29	725,95	— 0,21	724,50	727,84	+15,36	+ 0,40	+10,3	+21,3	704	0	460	940	...	...	variable	0,68	14,5	+1,1	130,5
30	727,19	+ 0,99	726,19	728,14	+16,11	+ 1,02	+ 7,9	+21,8	640	— 64	480	860	...	...	N. 1	0,07	...	.....	130,0
31	725,65	— 0,60	724,02	726,90	+18,69	+ 3,48	+ 9,7	+27,0	659	— 45	390	910	0,2	...	N. 1	0,13	16,5	+2,9	130,5
Mois	723,52	— 1,72			+14,24	+ 1,04			739	+ 35						0,68	12,82	+1,10	115,29

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1889.

---

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	724,40	724,05	724,38	724,32	723,87	723,20	723,58	724,23
2e »	724,23	724,07	724,37	724,51	724,07	723,59	723,98	724,66
3e »	722,45	722,47	722,98	722,85	722,45	721,72	722,06	722,80
Mois	723,65	723,50	723,88	723,86	723,43	722,80	723,17	723,86

Température.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+10,47	+ 9,66	+11,04	+13,88	+15,27	+16,46	+14,32	+12,08
2e »	+10,89	+10,18	+11,64	+13,83	+16,08	+16,85	+14,26	+12,56
3e »	+13,40	+11,86	+14,53	+17,22	+19,52	+20,49	+18,17	+15,46
Mois	+11,65	+10,61	+12,47	+15,05	+17,04	+18,02	+15,67	+13,44

Fraction de saturation en millièmes.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re décade	873	924	851	715	626	582	698	812
2e »	893	905	883	733	592	563	758	832
3e »	793	882	774	661	544	517	614	746
Mois	851	903	834	702	586	553	687	795

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre
	0	0	0		mm	cm
1re décade	+ 7,70	+ 17,75	+ 11,47	0,72	49,0	98,05
2e »	+ 8,82	+ 17,75	+ 12,14	0,77	25,4	118,52
3e »	+ 10,35	+ 21,72	+ 14,78	0,55	7,0	128,03
Mois	+ 9,00	+ 19,16	+ 12,82	0,68	81,4	115,29

Dans ce mois l'air a été calme 3,2 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,14 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 12°5. O. et son intensité est égale à 33,3 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MAI 1889.

Le 1er, brouillard tout le jour.
2, brouillard tout le jour; légère neige dans l'après-midi.
3, brouillard le soir.
6, neige le matin; brouillard l'après-midi.
8, neige l'après-midi; brouillard le soir.
9, brouillard tout le jour; dans la soirée, très fort vent du S.
10, brouillard tout le jour; la neige commence à tomber le matin, avec une interruption dans l'après-midi et continue dans la soirée et dans la nuit.
11, beau temps jusqu'au lendemain soir.
13, brouillard le matin; neige le soir; fort vent du S. tout le jour.
14, brouillard, neige et fort vent du S.
15, brouillard presque tout le jour.
16, brouillard; neige dans la nuit précédente.
17, brouillard, avec éclaircie dans la matinée.
18, brouillard.
19, brouillard l'après-midi; entre 9 h. et 10 h. du soir fréquents éclairs, les premiers de l'année.
20, brouillard tout le jour; neige dans la nuit du 20 au 21.
21, neige presque tout le jour et pendant la nuit suivante.
23, brouillard et légère neige le matin; pluie faible vers 7 h. du soir.
24, brouillard, avec éclaircie dans la matinée.
27, faible neige vers 10 h. du matin.
29, beau temps presque tout le jour; brouillard vers 4 h. du soir.
30, beau temps tout le jour.
31, brouillard vers 7 h. du matin; le ciel s'éclaircit pour le reste du jour.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm
Le 5 à minuit	566,07
9 à minuit	564,93
13 à 10 h. matin	566,00
17 à 10 h. soir	565,38
22 à 11 h. soir	566,21

MINIMUM.	mm
Le 7 à 4 h. matin	561,87
11 à 5 h. matin	559,20
15 à 5 h. matin	561,93
20 à 9 h. matin	562,40
26 à 7 h. matin	558,26

SAINT-BERNARD. — MAI 1889.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum absolu.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.			
	millim.	millim	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim				
1	563,19	+ 0,47	562,80	563,60	— 2,72	— 1,29	— 3,1	— 0,8	.....	.....	....	SO.	1	1,00
2	563,37	+ 0,55	562,55	564,40	— 2,08	— 0,80	— 4,6	+ 2,2	.....	.....	....	SO.	1	1,00
3	564,37	+ 1,45	563,00	565,54	— 0,43	+ 0,71	— 3,4	+ 3,7	.....	.....	....	SO.	1	0,80
4	565,84	+ 2,82	565,22	566,40	+ 2,43	+ 3,43	+ 0,4	+ 8,0	.....	.....	....	SO.	1	0,75
5	564,75	+ 1,64	563,36	566,07	+ 3,68	+ 4,54	+ 0,2	+ 9,2	.....	.....	....	SO.	1	0,78
6	562,39	— 0,81	561,97	563,20	+ 1,13	+ 1,85	— 1,3	+ 5,6	210	40,0	....	SO.	1	1,00
7	562,96	— 0,34	561,87	564,11	+ 2,30	+ 2,88	— 0,5	+ 7,0	.....	.....	....	SO.	1	0,52
8	564,54	+ 1,14	563,93	564,92	+ 0,43	+ 0,87	— 1,4	+ 3,5	.....	3,2	....	SO.	1	0,87
9	564,11	+ 0,61	563,60	564,93	+ 1,13	+ 1,43	— 1,4	+ 4,2	.....	.....	....	SO.	2	1,00
10	561,01	— 2,59	559,33	563,35	+ 0,08	+ 0,24	— 3,4	+ 2,6	.....	20,4	....	SO.	1	1,00
11	560,58	— 3,11	559,20	562,40	+ 1,75	+ 1,77	— 3,6	+ 6,0	200	20,3	....	NE.	1	0,17
12	563,97	+ 0,18	562,72	565,13	+ 1,98	+ 1,86	— 4,0	+ 8,2	.....	.....	....	NE.	1	0,28
13	565,50	+ 1,61	565,04	566,00	0,00	— 0,26	— 1,8	+ 2,8	120	17,5	....	SO.	2	1,00
14	563,64	— 0,35	562,88	565,03	— 0,82	— 1,22	— 1,9	+ 1,4	60	25,5	....	SO.	2	1,00
15	562,49	— 1,60	561,93	562,89	+ 1,47	+ 0,94	— 1,2	+ 4,8	.....	.....	....	SO.	1	0,95
16	562,87	— 1,31	562,37	563,50	+ 0,73	+ 0,07	— 1,7	+ 4,5	40	9,5	....	NE.	1	0,97
17	564,59	+ 0,37	563,60	565,38	+ 3,12	+ 2,32	0,0	+ 9,0	.....	.....	....	NE.	1	0,87
18	564,63	+ 0,25	564,13	565,30	+ 2,38	+ 1,45	— 0,4	+ 8,0	.....	.....	....	NE.	1	0,87
19	563,33	— 1,15	562,98	564,15	+ 1,50	+ 0,44	— 3,2	+ 4,4	.....	.....	....	NE.	1	0,83
20	563,14	— 1,43	562,40	563,83	— 0,33	— 1,52	— 2,8	+ 4,0	.....	.....	....	NE.	1	1,00
21	563,92	— 0,74	562,92	565,13	+ 0,52	— 0,80	— 1,6	+ 5,2	360	40,2	....	NE.	1	0,90
22	565,24	+ 0,48	564,38	566,21	+ 0,53	— 0,92	— 1,3	+ 4,0	400	45,5	....	SO.	1	0,70
23	565,34	+ 0,48	564,97	565,92	+ 1,13	— 0,45	— 0,6	+ 5,0	.....	.....	....	SO.	1	0,87
24	563,85	— 1,10	562,10	565,42	+ 0,45	— 1,26	— 0,7	+ 2,0	.....	.....	....	SO.	1	0,93
25	560,22	— 4,82	559,45	561,98	— 0,55	— 2,38	— 0,9	+ 1,6	.....	.....	....	SO.	1	0,92
26	558,75	— 6,38	558,26	559,48	+ 2,88	+ 0,93	— 0,4	+ 8,0	.....	.....	....	SO.	1	0,60
27	560,72	— 4,51	559,43	562,08	+ 2,35	+ 0,28	+ 0,9	+ 6,3	.....	.....	....	SO.	1	0,82
28	563,15	— 2,17	562,02	564,55	+ 3,87	+ 1,68	+ 0,2	+ 7,9	.....	.....	....	SO.	1	0,88
29	565,10	— 0,31	564,01	566,99	+ 3,60	+ 1,29	0,0	+ 9,0	.....	.....	....	NE.	1	0,40
30	568,03	+ 2,53	566,95	569,19	+ 4,73	+ 2,30	+ 0,5	+ 10,6	.....	.....	....	NE.	1	0,13
31	569,05	+ 3,46	568,58	569,52	+ 5,27	+ 2,72	+ 2,8	+ 8,8	.....	.....	....	SO.	1	0,38
Mois.	563,70	— 0,14			+ 1,37	+ 0,86								0,78

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — MAI 1889.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	563,80	563,25	563,44	563,82	563,75	563,68	563,69	563,81
2e » ...	563,42	563,02	563,16	563,43	563,61	563,52	563,73	563,90
3e » ...	563,79	563,37	563,58	563,90	564,07	564,04	564,25	564,55
Mois	563,67	563,22	563,40	563,72	563,82	563,76	563,90	564,10

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re décade...	— 0°,55	+ 2°,27	+ 2°,71	+ 1°,88	+ 0°,58	— 0°,24
2e » ...	— 0,12	+ 2,77	+ 3,90	+ 3,11	+ 0,68	— 0,27
3e » ...	+ 0,63	+ 3,05	+ 4,74	+ 4,11	+ 2,36	+ 1,62
Mois	+ 0,01	+ 2,71	+ 3,81	+ 3,07	+ 1,23	+ 0,41

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
1re décade...	— 1°,85	+ 4°,52	0,87	63,6 mm	210 mm
2e » ...	— 2,06	+ 5,31	0,79	72,8	420
3e » ...	— 0,10	+ 6,22	0,68	85,7	760
Mois	— 1,30	+ 5,38	0,78	222,1	1390

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,39 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O., et son intensité est égale à 48,9 sur 100.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME VINGT-UNIÈME

(3me PÉRIODE)

1889. — Nos 1 à 6.

Pages

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE.

CHIMIE.

BOTANIQUE.

ZOOLOGIE ET PALÉONTOLOGIE

Compte rendu des séances de la Société vaudoise des sciences naturelles, à Lausanne.

Compte rendu des séances de la Société de chimie de Genève.

Compte rendu des séances de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève.

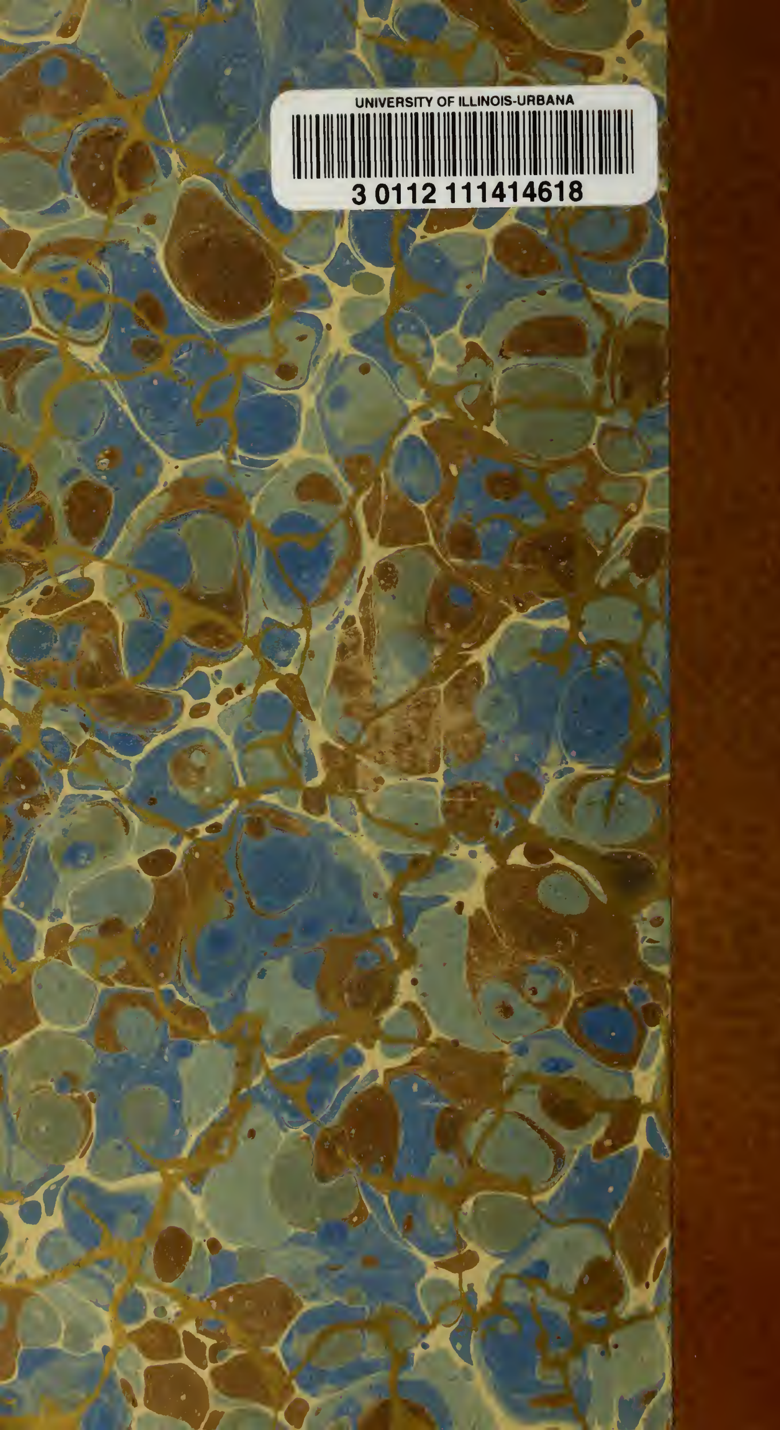
OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES
faites à Genève et au Grand Saint-Bernard.

ERRATA

Février 1889, tome XXI, p. 95, ligne 4, au lieu de *Pinus Pinea* L. lisez : *Picea Duroi.*






UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 111414618